



P. Truchot

L'Éclairage
à Incandescence

*Bibliothèque
de la Revue générale des Sciences*

L'ÉCLAIRAGE
A INCANDESCENCE
PAR LE GAZ
ET LES LIQUIDES GAZÉIFIÉS



CHARTRES. — IMPRIMERIE DURAND, RUE FULBERT

L'ÉCLAIRAGE
A
INCANDESCENCE

PAR LE GAZ
ET LES LIQUIDES GAZÉIFIÉS

PAR
P. TRUCHOT
Ingénieur-Chimiste



PARIS
GEORGES CARRÉ ET C. NAUD, ÉDITEURS
3, RUE RACINE, 3

—
1899

PRÉFACE

Depuis 1828, époque à laquelle sir William Drummond utilisa pour la première fois la lumière produite par l'incandescence d'un bâton de chaux, jusqu'en 1885, ce genre d'éclairage s'était relativement peu répandu.

La lumière Drummond était réservée entièrement aux appareils de projections scientifiques ou amusantes. Seuls quelques chercheurs avaient tenté de produire de la lumière, par l'incandescence d'oxydes communs, tels que la chaux et la magnésie, à l'aide d'huile, d'alcool, et de gaz d'éclairage.

Frankeinstein, le vrai précurseur de l'incandescence moderne, réalisa en 1848 un manchon incandescent, qui, sous une forme plus fruste et plus grossière, présentait les divers caractères de l'admirable manchon moderne.

Renonçant à cette idée qui devait être reprise et

transformée plus tard par le D^r Auer de Welsbach, quelques inventeurs, tels que Tessié du Motay, Caron, tentèrent de perfectionner et d'appliquer la lumière Drummond à l'éclairage public. Les résultats obtenus ne furent pas heureux. Déjà, la zirconc, dont on avait remarqué le pouvoir émissif supérieur, était utilisée par Caron et Clamond. Quelques-uns essayèrent d'employer des corbeilles en fils de platine pur ou de platine iridié; mais les rendements lumineux peu satisfaisants et les nombreux désavantages que présentait ce mode d'incandescence en arrêterent le développement.

Aucune de ces inventions n'avait donné de bons résultats et la cause de l'éclairage au gaz de houille semblait perdue, malgré les quelques améliorations qui avaient été apportées dans son utilisation par les lampes à récupération, genre Siemens.

Sous l'influence de la vive concurrence de l'éclairage électrique, en particulier des lampes à incandescence, l'éclairage au gaz subissait une crise, qui ne pouvait aller qu'en s'aggravant, et déjà l'on songeait à cantonner ce fluide dans le domaine du chauffage, lorsqu'en 1885 la découverte du D^r Auer de Welsbach, changea brusquement la face des choses.

Reprenant l'ancienne idée de Frankeinstein que chacun paraissait avoir oubliée, le savant viennois, après de nombreuses recherches, était enfin arrivé à une solution presque parfaite du problème de l'incandescence par le gaz.

En voyant les essais du nouvel éclairage, qui n'avait

pas encore atteint à la perfection, un grand nombre doutèrent de son avenir et, certainement, personne n'eût prédit l'immense essor qu'il devait prendre, pas plus que son effet sur l'industrie du gaz de houille, qu'il mettait en état de pouvoir lutter avantageusement avec les autres modes d'éclairage.

Cette invention semblait destinée à un demi-avortement, car, pensait-on, où trouverait-on les oxydes rares nécessaires à la fabrication des manchons? Les gisements connus à cette époque étaient d'importance nulle. C'est alors avec un étonnement grandissant que le monde savant apprit la découverte de quantités énormes de minéraux, qui permirent la création d'une *industrie des Terres rares*, accaparée actuellement, presque entièrement, par les diverses sociétés exploitant le brevet Auer.

Des quantités formidables de monazite furent ainsi découvertes en Amérique du Nord, au Brésil, en Australie, en Sibérie; des gisements de zircon, de xénotime, de thorite, furent reconnus et exploités en assez grand nombre, et ces minéraux, qui jusqu'alors paraissaient exister en petites proportions sur de très rares points du globe, furent, au contraire, rencontrés en quantité très notable un peu partout.

Grâce à cette nouvelle industrie, que nul n'eût pu prévoir, la science a déjà bénéficié d'un grand nombre de découvertes dues aux quantités relativement grandes mises en œuvre dans la fabrication industrielle des manchons. A l'origine, le manchon Auer constitué d'oxyde de zirconium et d'oxyde de lanthane, fournissait une

lumière livide qui le fit rejeter et arrêta l'essor du nouveau procédé pendant quelques années.

Continuant ses recherches, le D^r Auer, en 1892, présenta un nouveau manchon, composé d'oxyde de thorium et d'une trace d'oxyde de cérium. Le principal facteur du succès de ce nouveau manchon fut la découverte par le professeur viennois des propriétés curieuses que possèdent certains oxydes d'augmenter dans des proportions considérables le pouvoir émissif lumineux de l'oxyde de thorium, lorsqu'ils y sont mélangés en très petites quantités.

Ce point important de l'invention et qui en constituait l'originalité avait été omis dans la description et les revendications du brevet français. Un grand nombre de mélanges y étaient signalés ; seul, celui qui était intéressant et utilisable n'y figurait pas.

Le succès étant venu, la société Auer vit se dresser autour d'elle un grand nombre d'imitateurs, auxquels elle intenta de nombreux procès et finalement obtint gain de cause, malgré les divers sujets de déchéance qui avaient été soulevés par les défenseurs et qui étaient en partie valables.

Il n'en est pas moins vrai, que c'est grâce au D^r Auer que les anciens procédés d'incandescence ont pu être appliqués sous une forme élégante et presque parfaite.

Actuellement, le brûleur Auer et ses congénères tendent à être remplacés par des becs intensifs, fondés sur une meilleure utilisation de la chaleur de combustion du gaz obtenue par des dispositifs particuliers.

Un certain nombre sont actuellement mis en essai par la ville de Paris, entre autres les brûleurs Denayrouse, Saint-Paul, etc.

La puissance lumineuse par unité de surface de manchon est ainsi considérablement augmentée.

Les premiers chapitres de cet ouvrage traitent de la théorie de la lumière par incandescence, des mesures photométriques, des unités de lumière, des hypothèses sur la luminescence, etc.

Le chapitre II présente un historique de l'éclairage à incandescence et la description des différents systèmes.

Le chapitre III traite des minéraux employés, de leurs caractères, traitement, analyse et marché.

Le chapitre IV décrit la fabrication des manchons incandescents.

Les chapitres V et VI donnent une description des différents brûleurs à incandescence, ordinaires et intensifs, des organes de régulation, etc.

Le chapitre VII est consacré aux différents systèmes d'allumage des becs à incandescence.

Les chapitres VIII et IX étudient et décrivent les divers systèmes d'éclairage à incandescence par le pétrole, l'essence, l'alcool et l'acétylène.

Enfin les derniers chapitres décrivent les applications du nouvel éclairage, donnent quelques considérations économiques et fournissent la liste des brevets s'y rapportant.

Espérant avoir donné ainsi un aspect aussi complet que possible de cette branche si intéressante de l'in-

dustrie de l'éclairage et avoir montré que, malgré la concurrence de l'électricité, le vieil éclairage par les flammes est encore vivant et se perfectionne tous les jours; nous pensons que cet ouvrage sera accueilli favorablement par tous ceux qui s'intéressent au progrès et au développement scientifique de l'éclairage moderne.

P. TRUCHOT,

Ingénieur-chimiste.

L'ÉCLAIRAGE A INCANDESCENCE

PAR LE GAZ ET LES LIQUIDES GAZÉIFIÉS

CHAPITRE PREMIER

Production de la lumière par incandescence.

Définition et propriétés de la lumière. — La lumière, d'après la théorie des ondulations, est le résultat d'un mouvement vibratoire de l'éther, mouvement dont la propagation se fait en ligne droite.

Tout foyer lumineux est un centre actif, où s'opère une transformation d'énergie, donnant naissance à un mouvement vibratoire très rapide, qui se transmet par l'éther à travers l'espace, sous forme d'ondulations d'amplitudes variables.

La propagation de ce mouvement est caractérisée par une vibration transversale, perpendiculaire à la direction du rayon suivant lequel se communique l'ébranlement.

L'énergie de tout foyer lumineux se compose donc de trois sortes de radiations : les radiations chimiques, calorifiques et lumineuses, qui ne diffèrent entre elles que par leur longueur d'onde.

Les trois caractéristiques d'une onde sont : 1° la lon-

gueur d'onde, qui est la distance entre le sommet de deux ondes voisines, au même instant; 2° le nombre d'oscillations par seconde; 3° l'amplitude de la vibration.

Les radiations à faible longueur d'onde (ultra-violettes) jouissent de propriétés chimiques très accentuées, tandis que les radiations à grandes longueurs d'ondes se caractérisent par leurs propriétés calorifiques; les radiations intermédiaires constituant le *spectre lumineux* proprement dit.

Seules, ces dernières nous intéressent au point de vue de l'éclairage. Leurs longueurs d'ondes sont comprises entre $0\mu,360$ et $0\mu,810$.

Comme le tableau suivant permet de le constater, la couleur de la lumière dépend de la valeur de la longueur d'onde des radiations émises par le foyer lumineux.

Il existe donc, dans la sensation lumineuse, des variations d'*effet* auxquels nous donnons le nom de *couleurs*.

Une lumière n'émettant que des radiations de même longueur d'onde est dite monochromatique.

Nos sources lumineuses usuelles émettent une lumière complexe représentant la somme des mouvements ondulatoires simples correspondant aux diverses longueurs d'onde.

Le tableau suivant donne le nombre d'oscillations par seconde en trillions, ainsi que la longueur d'onde en millionième de millimètre.

TABLEAU I

	NOMBRE D'OSCILLATIONS ou fréquence	LONGUEUR D'ONDE en millièmième de millimètre
Extrême rouge.	394	760
Rouge. Raie A.	465	645
Rouge orangé.	484	620
Orangé rouge.	503	596
Orangé pur.	514	583
Jaune orangé.	525	575
Jaune pur.	544	550
Jaune vert.	564	530
Vert pur.	586	512
Vert bleu.	610	500
Bleu pur.	631	475
Bleu indigo.	654	459
Indigo.	668	449
Indigo violet.	683	439
Violet.	717	423
Extrême violet.	739	406

Le nombre d'oscillations, connaissant la longueur d'onde, s'obtient en divisant la vitesse de la lumière (300,000,000 mètres) par la longueur d'onde λ .

L'œil humain, dans les conditions normales, est donc sensible aux rayons ayant de 394 trillions à 739 trillions de vibrations par seconde. En dehors de ces limites, cet organe ne reçoit aucune impression des vibrations de l'éther.

Lumière produite par incandescence. — D'après H. Sainte-Claire-Deville, le gaz d'éclairage est un véritable brouillard de particules infinitésimales de carbures d'hydrogène solides et liquides nageant dans un gaz formé principalement de méthane et d'hydrogène. Or, chacun sait que le pouvoir lumineux des flammes est dû aux particules de charbon, formées par la décomposition des carbures et portées ensuite à l'incandescence.

Le terme d'éclairage à incandescence par le gaz pourrait donc s'appliquer à n'importe quelle flamme, puisque le carbone y devient incandescent. On devrait donc donner à l'incandescence, dont nous nous occupons dans cet ouvrage, le nom d'incandescence artificielle par le gaz ou les liquides gazéifiés.

D'après M. Vivian Lewes, l'une des personnes les plus compétentes dans l'industrie de l'éclairage, le pouvoir éclairant des hydrocarbures est principalement dû à la localisation de la chaleur de formation de l'acétylène provenant de la décomposition de l'éthylène existant dans le gaz, la température de la flamme due à la combustion n'étant pas suffisante pour produire l'incandescence des particules de carbone dans la flamme.

Dans les manchons incandescents actuels, à une ou deux exceptions près, le gaz, les vapeurs d'essences ou de pétrole, l'acétylène, etc., sont brûlés par un bec à mélange d'air dans les conditions qui donnent la température la plus élevée, mais sans lumière ; cette chaleur étant ensuite utilisée pour porter à l'incandescence une matière réfractaire, finement divisée.

Les foyers lumineux, dont nous allons parler, sont donc constitués par un noyau incandescent que baigne une masse gazeuse, dont les températures sont à peu près semblables.

Intensité des différentes couleurs du spectre de la lumière au gaz par incandescence. — M. von Mützel a fait une série d'expériences comparatives sur l'intensité des différentes couleurs du spectre de la lumière au gaz par incandescence, avec les couleurs correspondantes du spectre de la lumière électrique à incandescence, de la lumière électrique à arc et de la lumière du soleil.

Les comparaisons furent faites au moyen du photomètre spectroscopique Glan-Wogel.

L'éclat relatif de chaque couleur, dans les deux spectres comparés, était estimé en supposant que la lumière jaune était d'égal éclat, dans les deux spectres.

Le tableau II donne le rapport des trois genres d'éclairage précités avec la lumière Auer.

TABLEAU II

LONGUEUR D'ONDES en milliènième de millimètre	COULEURS	RAPPORT de la LUMIÈRE ÉLECTRIQUE à incandescence avec lumière Auer	RAPPORT ARC ÉLECTRIQUE	RAPPORT de la LUMIÈRE SOLAIRE
800	Extrême rouge.	4,04	0,57	0,34
760	Rouge.	2,59	0,73	0,53
686	Rouge.	1,67	0,80	0,62
656	Orangé.	1,15	0,90	0,92
589	Jaune.	1,00	1,00	1,00
570	Jaune.	0,95	1,08	1,19
542	Jaune vert.	0,83	1,23	1,72
527	Vert.	0,81	1,66	2,13
517	Vert.	0,79	2,02	2,60
500	Bleu vert.	0,91	2,48	4,35
486	Bleu brillant.	1,00	3,32	5,91
466	Bleu brillant.	1,05	4,06	6,79
458	Bleu brillant.	1,10	4,69	7,69
447	Bleu obscur.	1,20	6,67	8,75
431	Bleu obscur.	1,36	10,52	12,63
423	Violet.	1,51	18,32	18,77
416	Violet.	1,74	28,78	25,54

Cette table montre que la lumière électrique à incandescence est plus rouge que la lumière Auer, mais que, dans les teintes vertes, cette dernière dépasse la lumière électrique.

Dans le bleu brillant, les deux lumières sont presque égales, tandis que la lumière électrique prédomine dans le violet.

PHOTOMÉTRIE

Grandeurs et unités photométriques. — Comme dans les pages suivantes, nous décrirons la manière de déterminer l'éclat lumineux d'un corps incandescent, le rendement mécanique lumineux ou effet utile d'un foyer, son rendement photogénique, l'intensité d'un foyer lumineux, etc., nous allons d'abord dire quelques mots sur la photométrie et les grandeurs et unités photométriques actuellement employées. Les lecteurs qui désireront de plus amples renseignements sur cette question les trouveront détaillés tout au long dans l'excellent traité de photométrie de M. Palaz (1).

Définissons d'abord l'*éclairage* et l'*éclairage*. L'*éclairage* est l'effet produit par la somme de lumière émanée du foyer lumineux sur les surfaces environnantes. L'*éclairage* est l'impression produite sur le sens de la vue par l'éclairage des diverses surfaces.

Comme jusqu'ici on n'a pu trouver de mesures de l'éclairage, indépendantes de l'œil, on juge de l'éclairage par l'éclairage, et la mesure de l'éclairage dépend absolument de la qualité et de la sensibilité de l'œil de l'observateur.

D'autre part, d'après Masson, le *seuil de l'excitation*, ou limite inférieure au-dessous de laquelle l'excitation est trop faible pour produire une sensation, est maximum lorsque les intensités lumineuses à comparer sont de l'ordre de la lumière diffuse du jour. On devra donc dans les comparaisons photométriques se rapprocher autant que possible de ces conditions. La sensibilité de

(1) E. PALAZ, *Traité de Photométrie*. G. Carré et C. Naud, éditeurs.

l'excitation lumineuse est maximum pour le vert et minimum pour le rouge.

On voit donc, d'après les conditions précédentes, que la valeur des mesures photométriques, toutes conditions égales d'ailleurs, est fonction directe de la sensibilité de l'œil de l'observateur.

La photométrie est basée sur le principe que l'intensité de la lumière en un point déterminé est en raison inverse du carré de la distance à laquelle se trouve le foyer lumineux.

Photomètres. — Les mesures photométriques se font à l'aide d'appareils nommés photomètres, permettant de comparer les intensités lumineuses de deux sources de lumière données.

Le principe sur lequel ils reposent, consiste à faire varier d'une manière continue et déterminée les éclaircissements produits sur une surface donnée, sensiblement plane, par les deux sources, jusqu'à égalité d'éclaircissement.

Nous ne parlerons pas des divers photomètres dont on pourra trouver la description dans le traité de M. Palaz.

Nous citerons parmi les plus connus : le photomètre de Bouguer, le plus ancien, constitué par un écran et une cloison normale à la surface d'éclaircissement.

Le photomètre de Rumford, constitué par une tige verticale portant ombre sur un écran.

Le photomètre de Bunsen, à taches d'huile, un des plus employés, et ses modifications (Rüdorff, Hefner-Alteneck, Krüss).

Les photomètres de Mascart, de Duboscq, de Wild, à polarisation, de Wybauw, de Krüss, à compensation.

Le photomètre de Wheatstone, fondé sur la persistance des impressions lumineuses, le photomètre à relief de Villarceau, etc.

Les photomètres les plus employés sont ceux de Bunsen et de Foucault.

Le premier est constitué, ainsi que nous l'avons dit, par un écran en papier blanc sur lequel on fait trois taches à l'aide d'huile, lesquelles regardées par réflexion sont plus sombres que le papier, tandis qu'observées par transparence elles paraissent plus claires. Cet écran est placé entre les deux foyers lumineux à comparer et on le déplace alors jusqu'à égalité d'éclairement sur ses deux faces; la tache semble alors disparaître lorsque ce point est atteint. On observe à l'aide de deux miroirs inclinés et disposés de chaque côté de l'écran.

Lorsqu'il y a trois taches, on incline un peu l'écran, de telle sorte qu'au point où l'égalité d'éclairement se trouve réalisé, une des taches extrêmes paraît brillante, l'autre paraît sombre tandis que la tache intermédiaire a disparu.

Le photomètre Foucault modifié par Dumas et Regnault, employé par les diverses compagnies d'éclairage au gaz, est une modification du photomètre de Bouguer. Ce photomètre, employé à la température de 15°, sous une hotte et dans les conditions exactes déterminées par Dumas et Regnault, donne des résultats absolument précis.

UNITÉS DE LUMIÈRE

Les unités de lumière peuvent se diviser en étalons absolus et étalons secondaires.

Étalons absolus. — Plusieurs étalons ont été proposés par divers savants. Schwendler proposait d'employer la surface connue d'une lame de platine, portée à un degré déterminé d'incandescence par un courant constant. La difficulté était d'assurer la constance du courant et d'empêcher les modifications physiques que

subissait la lame de platine, lesquelles diminuaient son pouvoir émissif.

M. Crova proposait la quantité de lumière émise par un centimètre carré de la surface noire d'un vase en fer dans lequel du zinc est porté à l'ébullition.

L'étalon qui est actuellement adopté sous le nom d'unité Violle, à la suite de la décision prise par la Conférence internationale en 1881, est constitué par l'intensité de la lumière émise dans la direction normale par *un centimètre carré d'un bain de platine à la température de solidification.*

L'unité Violle vaut environ 2,08 carcel. Depuis le Congrès de 1890, la *bougie décimale* est égale au 1/20 de l'unité Violle.

Étalons secondaires. — L'unité secondaire de lumière actuellement adoptée en France est la lampe Carcel. C'est parmi les étalons de cette classe, celui qui offre les meilleures garanties de constance et de comparabilité, si l'on observe scrupuleusement dans les mesures photométriques toutes les précautions indiquées par Dumas et Regnault.

La lampe Carcel employée doit avoir les dimensions suivantes :

Diamètre extérieur du bec	23 ^{mm} , 5
— du courant d'air intérieur.	17 0
— — extérieur.	43 22
Hauteur du verre.	282 millimètres.
Distance du coude à la base du verre.	61 —
Diamètre extérieur au niveau du coude.	47 —
Diamètre en haut de la cheminée.	34 —
Mèche de phare composée de 75 brins. Consommation	
d'huile de colza épurée à l'heure.	42 grammes.
Hauteur de la flamme.	40 millimètres.

M. Giroud en France, et Methven en Angleterre, ont cherché à employer le gaz ordinaire, comme étalon

secondaire, mais il est sujet à de trop grandes variations de composition pour fournir de bons résultats.

En Angleterre, l'unité était la *candle* ou *Parliamentary Standard*, constituée par une bougie de spermaceti, d'un diamètre de 22 millimètres. L'étalon actuel est celui au gaz pentane de Vernon-Harcourt ou de Dibdin.

En Allemagne, on emploie une lampe à acétate d'amyle sous le nom d'étalon Hefner-Alteneck. L'ancien étalon allemand était constitué par une bougie de paraffine (*kerze*) de 20 millimètres de diamètre, brûlant 7^h 5 par heure avec une hauteur de flamme de 50 millimètres.

Malgré l'usage qu'on en fait encore, les bougies de paraffine ou de spermaceti doivent être rejetées comme étalons secondaires, car elles subissent dans les meilleures conditions des variations d'intensité pouvant dépasser 30 pour 100 de leur valeur. Elles sont actuellement tombées dans un complet discrédit. Les causes d'erreur sont dues à l'arrivée irrégulière du combustible à la mèche, l'instabilité de la flamme brûlant à l'air libre, les variations de combustion pour un même temps, dues à la légère agitation de l'air, etc.

Au contraire, la flamme de la lampe Carcel est protégée contre toutes ces variations. Les étalons au pentane et à l'acétate d'amyle sont préférables, car ils brûlent un liquide déjà complètement réduit en vapeur, sans que la mèche se carbonise. L'étalon Hefner est le plus constant, il diffère très peu de 1/20 de Violle. En résumé, les meilleurs étalons secondaires actuels sont la lampe Carcel, l'étalon au pentane et celui à l'acétate d'amyle.

UNITÉS PRATIQUES PHOTOMÉTRIQUES

Dans un rapport (1) parfaitement rédigé sur les unités

(1) BLONDEL. *Rapport sur les unités photométriques.*

photométriques, M. Blondel a donné la définition des unités qu'il avait déjà proposées avec l'appui de M. Hospitalier et qui sont actuellement adoptées par MM. Eric Gérard, Herzog, Lux, Feldmann, etc., pour les mesures photométriques. Les unités primitives sont : l'unité fondamentale, l'*intensité*; l'unité de longueur, le *mètre* et l'unité de temps, l'*heure*. Les unités photométriques pratiques sont :

1° *Unité d'intensité lumineuse* ou *Pyr*. — C'est l'intensité d'une source formée par une surface plane de 5 millimètres carrés de platine incandescent à la température de solidification ($1/20$ de Violle) observée à grande distance suivant la direction normale ;

2° *Unité d'éclairement* ou *Lux*. — C'est l'éclairement produit par une source ponctuelle d'intensité égale à 1 *pyr*, dans la direction considérée, sur une surface placée à l'unité de distance (1 mètre), normalement au rayon ;

3° *Unité de flux* ou *Lumen*. — C'est le flux reçu par une surface de 1 mètre carré, présentant un éclairement uniforme de 1 *lux*.

Unité d'éclat intrinsèque. — C'est l'éclat d'une petite surface rayonnante, produisant l'unité d'intensité par unité de surface apparente, pratiquement ce sera le *pyr* par centimètre carré.

Unité d'éclairage. — C'est le produit de l'unité de flux par l'unité de temps (seconde); pratiquement ce sera le *lumen-heure*, par analogie avec l'ampère-heure.

Le tableau III donne un ensemble des grandeurs et des unités photométriques du système Blondel, avec leurs symboles et leurs définitions.

TABLEAU III. — *Grandeurs et unités photométriques.*

GRANDEURS PHOTOMÉTRIQUES				SYMBOLE ET ÉQUATION de définition des grandeurs
NOMS DES GRANDEURS		ITALIEN		
FRANÇAIS	ALLEMAND	ANGLAIS	ITALIEN	
Intensité lumineuse.	Lichtstärke.	Intensity of light.	Intensità luminosa.	I. $\Phi = I\Omega$. $E = \frac{\Phi}{S}$. $e = \frac{I}{S}$. $Q = \Phi T$.
Flux lumineux.	Lichtström.	Flux of light.	Flusso luminoso.	
Éclairement.	Belichtung.	Illumination.	Illuminamento.	
Éclat.	Erkellung.	Brightness.	Splendore.	
Éclairage.	Lichtleistung.	Quantity of light.	Illuminazione.	
<p>1° Dans les équations ci-dessus Ω représente un angle solide. S — une surface. T — un temps.</p> <p>2° L'unité d'intensité lumineuse est la bougie décimale.</p>				
UNITÉS PHOTOMÉTRIQUES				DÉFINITION DE L'UNITÉ
GRANDEUR	UNITÉ			
Intensité lumineuse.	Bougie décimale ou pyr.		$\frac{I}{20}$ de l'étaalon au platine de Violle. Bougie décimale steradian. Lumen par mètre carré. Bougie décimale par cm^2 Lumen-heure.	
Flux lumineux.	Lumen.			
Éclairement.	Lux.			
Éclat (intrinsèque).	Bougie décimale par cm^2 .			
Éclairage.	Lumen-heure.			
<p>Le <i>steradian</i> (nom proposé par M. Macfarlane) est l'unité d'angle solide. C'est l'angle solide qui découpe une surface égale à l'unité, sur une sphère de rayon égal à l'unité.</p>				

TABEAU IV. — Correspondance des divers étalons photométriques.

	UNITÉ VIOLE	BOUGIE DÉCIMALE	BOUGIE FRANÇAISE	BOUGIE ANGLAISE	BOUGIE ALLEMANDE	ÉTALON HEFNER-ALTENECK	CARCEL
Unité Violle.	1.00	20,00	16,1	18,5	16,4	18,9	2,08
Bougie décimale.	0.05	1,00	0,805	0,825	0,820	0,945	0,104
— française.	0,062	1,24	1,00	1,15	1,12	1,17	0,130
— anglaise.	0,054	1,08	0,870	1,000	0,886	1,02	0,112
— allemande.	0,061	1,22	0,984	1,13	1,00	1,15	0,127
Étalon Hefner-Alteneck.	0,053	1,06	0,853	0,869	0,980	1,00	0,114
Carcel.	0,481	9,620	7,75	8,910	7,710	9,08	1,00

Le tableau précédent qui est à double entrée permettra de convertir facilement les mesures exécutées en nombre d'unités des divers étalons. Il est basé sur les chiffres obtenus par M. Violle.

Éclairément d'un foyer lumineux. — Les éclairéments s'évaluent en *lux* (1) ou bougie décimale à 1 mètre, c'est-à-dire en prenant comme unité l'éclairément produit par une bougie décimale sur un élément de surface, placé parallèlement à l'axe de la flamme et à 1 mètre de distance. Les courbes d'égal éclairément se graduent en bougies décimales à 1 mètre (*lux*) ou en fractions décimales de cette unité.

Voici, d'après M. Maréchal (2), la manière de déterminer les courbes d'égal éclairément, appliquée aux brûleurs Auer. Les éclairéments sont chiffrés en bougies ou en fractions décimales de bougie.

La courbe cotée 0 bougie 50 ou 0^b,50 réunit tous les points dont l'éclairément est les 5 dixièmes d'un *lux*.

(1) Le terme *lux* est emprunté au système Blondel.

(2) *L'éclairage à Paris*.

Soit mn (fig. 1) la courbe photométrique d'un foyer lumineux L, placé sur un candélabre LA, de hauteur h .

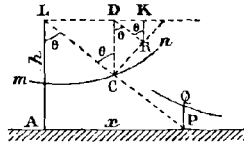


Fig. 1.

La courbe photométrique ou courbe des intensités lumineuses a pour éléments les intensités suivantes :

Angle du rayon lumineux avec la verticale.	90°	75°	60°	45°	30°
Intensités en bougies décimales.	40 ^b ,8	48 ^b ,8	40 ^b ,5	28 ^b ,0	17 ^b ,0

On voit donc que l'intensité d'un bec Auver, muni de sa lanterne, est loin d'être constante dans toutes les directions (fig. 2).

Un point P quelconque du sol est éclairé par un rayon d'intensité égal à LC. Si θ est l'angle formé par le rayon avec la verticale l'éclairement en P est :

$$e = \frac{LC \cos \theta}{L^2 P^2} = \frac{LC \cos^3 \theta}{h^2}$$

Menons par C la verticale CD, et par le point D une parallèle à LC. Cette parallèle rencontre en R la perpendiculaire à LC menée par C. On voit alors que :

$$KR = DR \cos \theta = DC \cos^2 \theta = LC \cos^3 \theta$$

$$\text{Donc } e = \frac{KR}{h^2}$$

Donc, pour obtenir l'éclairement en P, il suffit de mesurer la longueur KR sur la figure et de la diviser par h^2 .

Si même on a soin, pour le tracé de la courbe photométrique, de représenter l'unité d'intensité lumineuse

par une droite de longueur égale à h^2 , l'éclairement est exactement égal à KR .

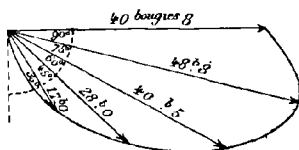


Fig. 2.

Portons cette longueur sur la verticale PQ et opérons de même pour d'autres inclinaisons et réunissons par une courbe les points Q ainsi obtenus, nous tracerons la courbe de l'éclairement sur le sol, produit par un foyer de hauteur h .

Pour trouver immédiatement l'éclairement à une distance x du pied du candélabre, il suffira de porter la longueur x à partir du point A et de mesurer PQ.

Si l'on veut déterminer l'éclairement produit en un point d'une rue, par une série de foyers semblables au foyer considéré, on mesure les distances $x, x', x'',$ etc., du point en question aux pieds des candélabres, et à l'aide de la courbe des éclairéments on obtient de suite les éclairéments $e, e', e'',$ etc., dus à chaque foyer.

L'éclairement cherché est la somme de ces éclairéments partiels. Les deux figures 3 et 4 représentent ainsi les courbes d'égal éclairément obtenues, avenue de la Grande-Armée, avec le bec Auer et le bec papillon (fig. 3 et 4). On peut, ainsi à la simple inspection de ces figures, apprécier la différence extrême d'éclairément en faveur du bec Auer.

Éclat d'un foyer lumineux. — L'éclat d'un foyer lumineux, c'est l'intensité lumineuse rapportée à l'unité de surface de la source éclairante.

On attribue au rayonnement d'un corps incandescent la valeur $R = S \times Ma^t$.

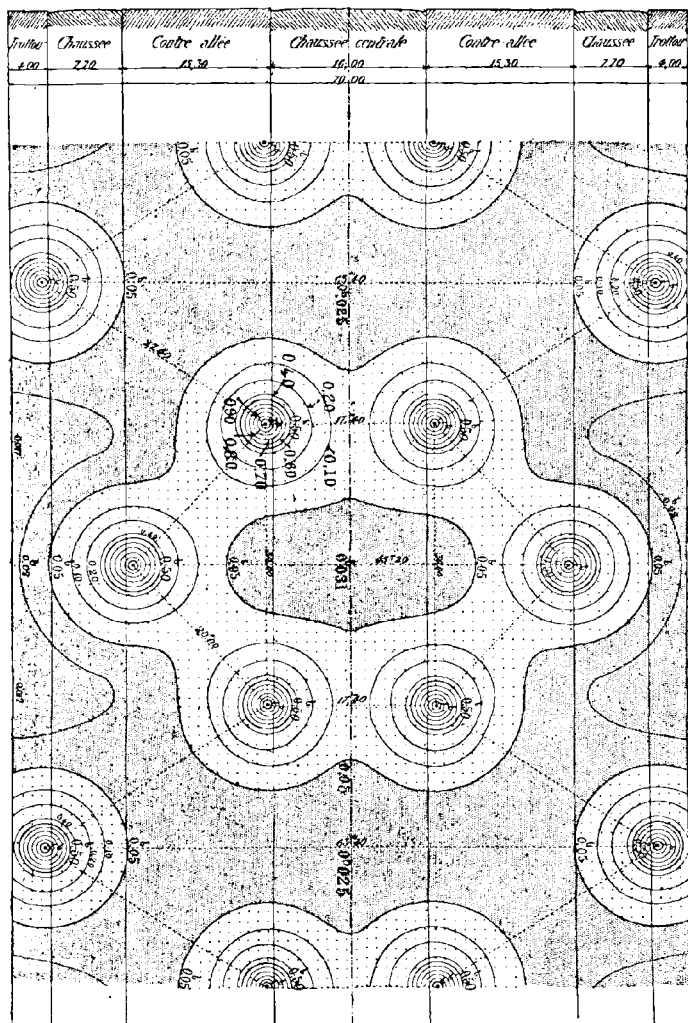


Fig. 3. — Avenue de la Grande-Armée. — Plan d'éclairage avec le bec papillon.

S surface du foyer lumineux ; M pouvoir émissif de la substance ; a constante ; t température du corps in-

candescent. Maa^b . représente donc le rayonnement par unité de surface, c'est donc l'éclat lumineux.

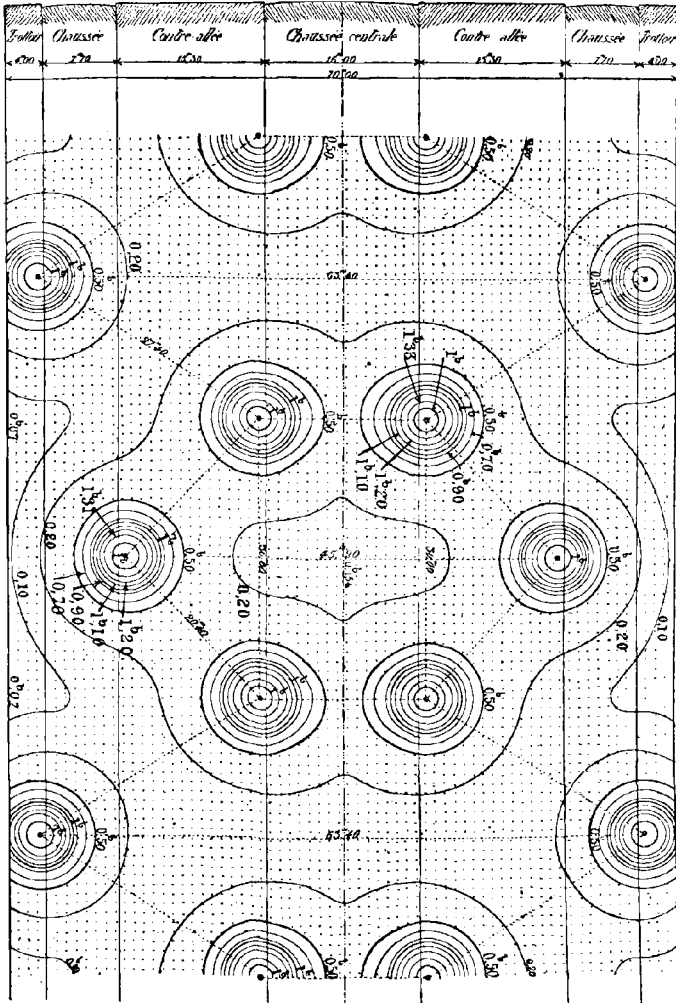


Fig. 4. — Avenue de la Grande-Armée. — Plan d'Éclairage avec le bec Auer.

Ce terme a une valeur très différente pour les divers foyers lumineux industriels.

ТРИСОТ.

2

Voici, d'après M. Chataignier, la valeur de l'éclat lumineux de quelques-uns d'entre eux, la bougie décimale étant prise comme unité.

Bec Auer n° 2. — La surface incandescente du manchon est considérée comme égale à la surface intérieure, plus la surface extérieure à cause des vidés laissant passer le rayonnement de la première.

$$\text{Surface } S = 2 \left[3,14 \times 80^{\text{mm}} \times \frac{30 + 15}{2} \right] = 1800^{\text{mm}^2}$$

Intensité lumineuse = 60 bougies après quelque temps d'usage.

$$\text{Éclat lumineux} = \frac{60}{1800} = \frac{1}{30} = 0,0332$$

Donc 1^{mm^2} de surface incandescente donne $1/30$ de bougie décimale.

Lampe Edison. — Dimensions du filament : longueur = 125^{mm} . Section rectangulaire = $0^{\text{mm}},3 \times 0^{\text{mm}},1$.

$$\text{Surface} = 100^{\text{mm}^2}.$$

Intensité = 16 bougies.

$$\text{Donc éclat} = \frac{16}{100} = 0^b,16.$$

Lampe Maxim. — Dimensions du filament : longueur = 113^{mm} . Section rectangulaire = $0^{\text{mm}},5 \times 0^{\text{mm}},1$.

$$\text{Surface} = 136^{\text{mm}^2}.$$

Intensité = 16 bougies.

$$\text{Donc éclat} = \frac{16}{136} = 0,117.$$

Lampe Siemens. — Longueur = 125^{mm} . Section circulaire : — Diamètre = $0^{\text{mm}},2$.

$$\text{Surface} = 78^{\text{mm}^2}.$$

Intensité = 16 bougies.

$$\text{Donc éclat} = \frac{16}{78,5} = 0,205.$$

D'après ce qui précède, on voit donc que les manchons Auer ont un éclat lumineux 4 fois moindre que les filaments. Ces écarts proviennent, d'après M. Chataignier, des différences de température et du pouvoir émissif du carbone.

Le pouvoir émissif, comme on le sait, dépend de l'état

physique du corps incandescent, de sa densité, de sa structure, etc. Or, les filaments des lampes à incandescence doivent être lisses, denses, pour avoir un haut pouvoir émissif. Donc, par analogie, dans l'incandescence des Terres rares, il faudrait employer des filaments ténus, mais à texture dense, serrée et à surface lisse.

Il est vrai, en effet, que plus les filaments d'oxydes constituant les manchons incandescents seront minces, plus ils seront facilement portés à haute température. De plus, on sait maintenant parfaitement qu'il est nécessaire, pour avoir de bons manchons, de les calciner pendant plusieurs heures après le flambage. Pendant ce temps, le tissu d'oxydes devient dense et se resserre.

Mais en ce qui concerne l'état de la surface, contrairement à ce que l'on pourrait croire d'après ce qui précède ; jusqu'ici, les fabricants de manchons cherchent plutôt à obtenir une surface rugueuse, qu'une surface lisse. Les résultats obtenus avec une semblable surface sont, en effet, meilleurs, et l'on a souvent remarqué que des manchons ayant servi pendant un assez long temps, et ayant une surface relativement lisse, fournissaient un éclairage beaucoup moins bon. Peut-être cette transformation physique est-elle une des causes de la diminution d'éclairément des manchons ?

Éclairage. — L'éclairage d'une surface est le produit de son éclairément par le temps pendant lequel cette surface est soumise à l'éclairément. L'unité pratique est le *Phot* ou la *bougie à un mètre seconde*.

Effet utile d'un foyer lumineux. — L'effet utile d'un foyer lumineux ou rendement lumineux mécanique représente le rapport de l'énergie utilisée à l'énergie totale fournie pour amener le corps à l'incandescence.

L'énergie utilisée est la quantité de chaleur transformée en incandescence et l'énergie perdue, la quantité de chaleur emportée par les gaz de la combustion et par le rayonnement de la masse gazeuse.

$$\frac{Eu}{E} = \frac{Eu}{Eu + Ep} = \text{Rendement mécanique brut.}$$

La production de radiations lumineuses s'accompagnant de celle de radiations obscures, calorifiques et chimiques; l'énergie utile Eu se compose donc de e énergie correspondante aux radiations lumineuses, $(Eu - e)$ celle correspondant aux radiations obscures.

Le rendement mécanique lumineux ou *effet utile* est donc le produit de

$$\frac{Eu}{E} \text{ par } \frac{e}{Eu} = \frac{e}{E}$$

L'énergie totale peut être mesurée, connaissant les calories fournies par la combustion d'une quantité de gaz dans l'unité de temps, et la chaleur de combustion du gaz.

L'énergie perdue Ep se compose de la chaleur emportée par le gaz de la combustion, de la chaleur rayonnée par la masse gazeuse et le manchon incandescent et de l'énergie perdue correspondante aux radiations chimiques.

En observant les phénomènes chimiques produits, la température et la capacité calorifique moyenne des produits de la combustion, on peut connaître à peu près la perte d'énergie qui leur revient. En plaçant le foyer lumineux dans une enceinte formée par divers écrans athermanes, permettant de donner des évaluations directes en unités mécaniques, on obtient ainsi la perte d'énergie due au rayonnement.

Le tableau V représente le rendement de certains foyers lumineux, d'après divers savants :

TABLEAU V

	ÉNERGIE CORRESPONDANTE aux radiations lumineuses	AUTEURS
Flamme d'hydrogène.	0	Tyndall.
Lampe à huile.	3	—
Brûleur à gaz ordinaire.	4	—
Lampe Swan, 16 bougies.		
— poussée à 2 watts 6 par bougie.	2,3	Blattner.
— — 9 — 2 —	3,8	—
— — 13 — 2 —	3,6	—
— — 20 — 6 —	5,2	—
Lampe Edison, 16 bougies.		
— poussée à 4 watts par bougie.	3,6	—
— — 8 — 3 —	4,5	—
— — 17 — 0 —	6,2	—
— — 28 — 6 —	8,5	—
Lampe à arc, inclinaison 0°.	8,4	Nakaus.
— — — 10°.	12,4	—
— — — 12°.	17,4	—
— — — 30°.	18,0	—
— — — 40°.	18,2	—
— — — 50°.	19,8	—
Lampe à magnésium	15,0	Nichols.
Tubes de Geissler	32,7	Staub.

Les résultats consignés dans ce tableau montrent que dans les foyers usuels, 90 à 97 pour 100 de l'énergie fournie, pour la production des radiations lumineuses, sont dépensés en pure perte.

Dans le brûleur à gaz ordinaire, on utilise donc 4 radiations lumineuses sur 100. Il faut avouer que comme rendement c'est un peu faible.

Ce rendement lumineux a été augmenté notablement par l'emploi des manchons incandescents d'oxydes réfractaires plongés dans la flamme chaude et incolore du gaz, ou de liquides gazéifiés, tels que le pétrole, l'es-

sence, l'alcool; ou même du dernier né de l'éclairage, du gaz de l'avenir, de l'acétylène.

Rendement photogénique d'un foyer lumineux. — Le rendement photogénique d'un foyer lumineux est le rapport de la puissance éclairante, exprimée en unités photométriques, à la quantité d'énergie dépensée, exprimée en unités mécaniques, c'est-à-dire que c'est la quantité d'unités photométriques (*bougie décimale*) dépensées par unité mécanique (*watt*).

Voici le rendement photogénique du bec Bengel.

Bec Bengel. — Consommation 105 litres par carcel.

Soit environ 10,9 litres par bougie.

En adoptant comme moyenne 5500 calories pour la puissance calorifique du gaz d'éclairage, on a :

$$\text{Par heure. . . . } 5500 \times 0,0109 = 60 \text{ calories.}$$

$$\text{Par seconde. } \frac{60}{3600} = 0,016 \text{ calories.}$$

Ce qui correspond à $0,016 \times 424^{\text{kgm}} = 6,78$ kilogrammètres,

$$\text{ou } 6,78 \times 9,81 = 68,58 \text{ watts.}$$

$$\text{D'où le rendement photogénique} = \frac{1}{66,58}.$$

Les hautes températures et l'incandescence. — Plus la température d'un corps incandescent est élevée, plus grande est l'intensité de la lumière émise.

Il faut donc chercher à obtenir pour l'éclairage à incandescence des flammes à température les plus élevées possible: nous verrons plus loin, à propos des hypothèses sur le phénomène de l'incandescence des tissus d'oxydes réfractaires, l'importance que possède ce point qui, peut-être, pourrait bien donner l'explication tant souhaitée. Cherchons donc quelles sont les conditions à réaliser pour obtenir une parfaite combustion et de

très hautes températures. Voici, d'après M. Witz, la théorie de ce phénomène.

Supposons qu'on fasse brûler une certaine quantité de gaz avec de l'air sec, dans une enceinte où l'on veuille entretenir une température très élevée. Une première combustion de la masse gazeuse détermine la production de Q calories qui se répartissent dans toute la masse de gaz et y détermine une température T.

Désignons par c_1 c_2 et c_3 les chaleurs spécifiques respectives de l'acide carbonique, de la vapeur d'eau et de l'azote à cette température T et par p_1 p_2 p_3 les poids respectifs de ces gaz, on aura :

$$Q = (p_1c_1 + p_2c_2 + p_3c_3)T$$

$$T = \frac{Q}{p_1c_1 + p_2c_2 + p_3c_3}$$

Voyons à quelle chaleur approximative on arriverait :

1° Avec de l'air sec.

2° Avec de l'air sec et $\frac{1}{4}$ d'oxygène pur.

Prenons un gaz d'éclairage pesant 49^g grammes au mètre cube (D = 365) donnant 5,300 calories au mètre cube, la vapeur d'eau étant condensée. Ce gaz a un volume de 2 115 litres par kilogramme et par combustion de ce kilogramme avec de l'air, il fournit

2740 litres de vapeur d'eau
 1059 litres de gaz carbonique
 et 10104 litres d'azote dont 10025

proviennent de l'air et 79 du gaz.

La chaleur dégagée par la combustion de ce kilogramme de gaz étant de

$$\frac{5300 \times 1000}{473} = 11200 \text{ calories}$$

on aura :

Pour la première hypothèse :

$$T = \frac{11200}{2200 \times 1,03 + 2,09 \times 0,50 + 12,591 \times 0,240} = 1770^{\circ} \text{C.}$$

Pour le deuxième cas : air + 1/4 d'oxygène. La proportion d'azote ne sera plus que les 3/4 de ce qu'elle est dans l'air ordinaire.

$$T = \frac{11200}{2200 \times 1,14 + 2,09 \times 0,52 + \frac{3}{4} \times 12,591 \times 24} = 1910^{\circ}.$$

3^e cas : avec oxygène pur :

$$T = \frac{11200}{2200 \times 1,40 + 2,09 \times 0,52} = 2660^{\circ}$$

Ces formules supposent que la combustion du gaz avec l'oxygène de l'air s'effectue exactement dans les proportions chimiques voulues, mais, s'il y a excès d'air, la formule devient :

$$T = \frac{Q}{p_1 c_1 + p_2 c_2 + p_3 c_3 + p_4 c_4} < T = \frac{Q}{p_1 c_1 + p_2 c_2 + p_3 c_3}$$

$p_4 c_4$ représente la portion de calories absorbée par l'air en excès.

Au contraire s'il y a insuffisance d'air, la combustion n'est pas complète et la chaleur développée n'atteint pas son maximum. Pour augmenter la valeur de T, nous avons donc deux moyens :

1^o Augmenter Q en se servant de gaz à chaleur de combustion élevée, ou en fournissant aux masses gazeuses devant entrer en combustion, une certaine quantité de chaleur initiale. Sur ce principe sont basées les lampes à récupération, Wenham, Cromartie, Siemens, bec Saint-Paul, etc.

2^o En diminuant l'influence de $p_1 c_1 + p_2 c_2 + p_3 c_3$ et en annulant ou diminuant $p_3 c_3$ par l'emploi d'oxygène pur ou d'air riche en oxygène.

Pour diminuer les pertes de chaleur par rayonne-

ment, on peut employer des substances athermanes, et pour obtenir des combustions aussi parfaites que possible, il est bon d'opérer le parfait mélange des gaz avant leur combustion.

Après avoir mis en présence les quantités exactes nécessaires à une bonne combustion, faire subir au mélange des chocs, des laminages, des frottements multipliés, par passage des gaz à travers des chambres garnies de toiles métalliques à mailles fines et comportant des chicanes.

Ce brassage doit être effectué autant que possible au niveau de consommation, c'est-à-dire aussi près que possible du brûleur, afin d'éviter une séparation ultérieure des gaz, par différences de densité.

Sur ce principe sont fondées les lampes à éclairage intensif de Denayrouse, de Bandsept, Saint-Paul, etc. (voir page 164).

Nous voyons d'après ce que nous venons de dire que la température de la flamme a une influence très grande sur la production de l'incandescence.

Cependant il serait inutile et même nuisible de chercher à obtenir des températures extrêmement élevées, c'est-à-dire dépassant 2000°, car l'élévation de température produit deux effets simultanés: 1° production de radiations de plus en plus réfrangibles; 2° augmentation d'intensité des radiations déjà existantes. On produirait donc au delà de cette température des radiations ultra-violettes inutiles et même très nuisibles au point de vue physiologique.

A la longue, les rayons violets et ultra-violettes produisent une destruction partielle des fibres du cristallin. En grande quantité ils donnent lieu à de l'érythème et à tous les symptômes qui caractérisent le « *coup de soleil* ». D'autre part, il ne faut pas que la lumière

artificielle soit trop riche en rayons jaunes, qui détruiraient temporairement l'érythroopsine et amèneraient une fatigue du nerf optique qui devrait se reposer jusqu'à régénération de l'érythroopsine. Cette destruction et cette régénération sont une des conséquences naturelles du phénomène de la vision, mais sont exaltées sous l'influence des rayons jaunes.

La meilleure lumière artificielle est celle qui contient le minimum de radiations violettes, une proportion normale de rayons jaunes et juste assez de rayons rouges pour communiquer aux objets une teinte chaude et agréable à l'œil.

L'influence nuisible des lumières artificielles étant principalement due aux radiations ultra-violettes, la lumière émise par le manchon Auer est une fois et demie plus funeste à la vue que celle émise par le manchon Sunlight, ce dernier possédant dans son spectre un moins grand nombre de radiations réfrangibles.

Hypothèses sur le phénomène de la luminescence. — Depuis l'apparition de l'éclairage à incandescence moderne, c'est-à-dire de l'éclairage à l'aide de manchons ou de treillis d'oxydes réfractaires infusibles, un grand nombre d'hypothèses plus ou moins vérifiées ont été faites sur les causes de cette incandescence spéciale, que l'on a nommé *luminescence*.

Pourquoi un manchon constitué par de l'oxyde de thorium pur ne possède-t-il qu'une très faible incandescence, tandis qu'additionné de 1 pour 100 d'oxyde de cérium ou d'oxyde d'uranium, il fournit cet éclairage splendide que chacun a pu admirer.

L'effet produit par cette petite quantité d'oxyde est peut-être du même ordre que celui que nous constatons en métallurgie, et qui est dû à la présence de très

petites quantités de certains métaux ou métalloïdes dans nos aciers modernes. Le tungstène, le molybdène, le manganèse, pour ne citer que ceux-là, améliorent et exaltent certaines propriétés de nos aciers, ténacité, résistance, etc.

Jusqu'ici en sidérurgie, on n'a pu que constater l'effet produit par ces petites quantités, sans pouvoir en donner exactement une explication rationnelle. L'industrie de l'éclairage à incandescence en est actuellement au même point, et les diverses hypothèses qui ont été faites sur les causes de l'incandescence et que nous allons développer, quelque ingénieuses qu'elles soient, ne sont point complètement satisfaisantes.

M. Drossbach a cherché à établir les lois qui régissent l'émission de la lumière par les corps incandescents. En chauffant certaines Terres rares dans la flamme du chalumeau, il a cru reconnaître que le pouvoir éclairant de chacune d'elles était proportionnel à la valeur du rapport

$$\frac{\text{Poids moléculaire} + \text{Densité}}{\text{Chaleur spécifique}}$$

Berzélius, au commencement de ce siècle, avait déjà remarqué que certains corps amorphes paraissent être amenés à l'état cristallin, lorsqu'on les chauffe à une température un peu inférieure à celle de leur point de fusion et que pendant cette transformation on aperçoit une vive incandescence, après quoi les corps possèdent un plus grand poids spécifique, une plus grande densité et une plus faible solubilité.

M. Saint-John suppose que la matière qui compose le manchon ne possède par elle-même aucun pouvoir de créer la lumière, et que cet effet est dû seulement à la température; mais que les différents métaux ou oxydes possèdent des pouvoirs émissifs lumineux différents.

Il a trouvé que lorsque les corps suivants sont chauffés dans les mêmes conditions et à la même température, les rapports entre les quantités de lumière qu'ils émettent sont les suivantes :

Platine, 1,000. — Magnésie, 3,81. — Zircon, 4,04. — Erbine, 3,33. —
Oxyde de Lanthane, 2,27.

Donc, le zircon convertit en lumière une quantité de chaleur 4 fois plus grande que le platine.

M. Bunte croit aussi que l'incandescence est due à la température à laquelle se trouve porté le manchon. Cependant, comment expliquer alors l'influence curieuse qu'a sur l'incandescence d'un manchon en oxyde de thorium la présence d'une trace d'oxyde de cérium ; tandis qu'une quantité un peu plus forte de ce dernier oxyde donne de moins bons résultats.

Le même phénomène se présente et est encore plus surprenant avec l'alumine et l'oxyde de chrome.

Un manchon d'alumine fournit une quantité de lumière à peine mesurable. Au contraire, si nous projetons à sa surface certains sels de chrome et que nous l'allumons de nouveau, le manchon éclaire très brillamment.

D'après M. Vivian Lewes, ce serait la chaleur qui, dans ce phénomène, effectuerait certains changements moléculaires très complexes, qui auraient pour effet de faire passer les oxydes de l'état amorphe à l'état cristallin (*hypothèse de Berzélius*).

Cette réaction s'opérerait très lentement, et tant qu'elle aurait lieu le manchon jouirait d'une vive incandescence.

Cette hypothèse est en partie vérifiée par le fait que les manchons genre Auer ou autres diminuent assez rapidement de puissance lumineuse ; et l'on pourrait, par un examen attentif comparatif d'un manchon neuf et d'un manchon ayant servi assez longtemps, constater de

notables différences physiques. De toutes manières, on sait que jusqu'ici, seuls, les manchons contenant des traces d'oxyde de cérium, d'oxyde de chrome, d'uranium ou de vanadium jouissent de propriétés lumineuses très grandes.

M. le D^r Westphal (*Journ. für. Gasbeleuch.*, 1895, p. 363) suppose aussi que le rayonnement des manchons doit provenir d'une réaction chimique se produisant à haute température. En effet, dans tous les manchons de Terres rares, on retrouve un oxyde à tendances acides (thorine, zircone) et des oxydes fortement basiques, comme les oxydes de cérium, de lanthane, d'yttrium. Il pourrait donc y avoir combinaison lente à haute température.

M. le D^r Killing (*Journ. für. Gasbeleuch.*, 1896) a démontré que le mélange intime des deux oxydes de thorium et de cérium n'est pas nécessaire; car un manchon fait d'oxyde de thorium pur et recouvert ensuite à l'aide d'une solution alcoolique de nitrate de cérium donne un pouvoir éclairant aussi grand que si les oxydes avaient été mélangés au préalable.

Si l'oxyde de cérium est remplacé par une même quantité d'oxydes d'yttrium, d'erbium ou d'autres oxydes, les manchons obtenus ne sont pas plus éclairants qu'avec l'oxyde de thorium pur.

Un manchon préparé à l'aide d'une solution à 99,75 pour 100 d'oxyde de thorium et 0,25 pour 100 de nitrate d'urane est aussi éclairant que ceux préparés au cérium.

Si l'on augmente la quantité de nitrate d'urane les manchons sont moins lumineux, et avec 1 pour 100 de sel d'urane ils sont inutilisables.

Ce phénomène est le même que celui qui a été constaté pour le cérium, où il y avait une quantité maximum.

Ces diverses expériences ont conduit le D^r Killing à admettre qu'il n'y a que les éléments donnant formation à plus d'un oxyde qui puissent être mélangés comme producteurs ou excitateurs de lumière, dans le squelette en oxyde de thorium ou en alumine, ou être ajoutés ensuite à ce squelette.

D'après l'auteur ce serait un effet de contact ou un effet catalytique, dans lequel les corps agiraient par leur seule présence, probablement comme transmetteurs d'oxygène. Pour prouver cette hypothèse ingénieuse et séduisante, M. le D^r Killing a fait les expériences suivantes :

En ajoutant à une solution de nitrate de thorium (4 grammes de nitrate de thorium dans 10 centimètres cubes d'eau), une goutte d'une solution de chlorure de platine (1 : 19) et en imprégnant une mèche de coton, on obtient un manchon possédant un pouvoir éclairant beaucoup plus élevé (10 fois plus) qu'en prenant du nitrate de thorium pur.

La faible quantité de platine (0,0025 grammes) agirait comme agent puissant de transmission d'oxygène, ce qui permettrait à la surface du corps incandescent d'être portée à une haute température.

Avec l'iridium, le même phénomène se présente : l'or, l'osmium, le palladium, le rhodium et le ruthénium confirment cette hypothèse. L'osmium et le palladium étant très volatils, l'incandescence ne subsiste que peu de temps.

Le chrome, le fer, le cobalt, le manganèse, le molybdène, le nickel, le vanadium, le tungstène, etc., que l'auteur a expérimentés, présentent tous les mêmes propriétés et sont en effet des métaux offrant plusieurs degrés d'oxydation. Un manchon d'oxyde de thorium et d'oxyde de chrome est très lumineux. M. Wyruboff

admet que les réductions et les oxydations successives de l'oxyde de cérium sont l'origine de la haute température du manchon.

Ce qui fait l'avantage de l'oxyde de cérium, c'est qu'il est extrêmement réfractaire, non volatil ; et l'importance du thorium comme squelette réside en ce que son oxyde présente une grande porosité, donc une grande surface de contact, et que sa chaleur spécifique est très faible.

La découverte du D^r Auer réside entièrement dans cette addition de très petites quantités d'un oxyde réfractaire choisi, qu'on pourrait appeler corps transmetteur, et qui transforme en une lumière éclatante la pâle incandescence que fournit, dans les mêmes conditions et à la même température, le même oxyde *pur*. Donc, dans l'incandescence moderne le point capital c'est le corps exciteur, l'oxyde transmetteur.

C'est un des principaux points sur lequel se sont appuyés les adversaires de la Société Auer, dans les divers procès qu'elle avait intentés à ceux qu'elle nommait ses contrefacteurs. Car, en effet, cette condition essentielle à l'exploitation des manchons n'était pas spécifiée dans le brevet, et M. Étard résumait parfaitement la question en soulevant le dilemme suivant : « Ou M. Auer ne connaissait pas en 1885 l'ensemble de conditions nécessaires pour obtenir la luminescence, et il ne pouvait les faire breveter ; ou il les connaissait et les a dissimulées ; dans ce cas, son brevet est sans valeur ». Le brevet français en particulier ne mentionnait aucunement le mélange employé pour la fabrication des manchons. Seul le brevet anglais de 1892 le décrivait.

Jusqu'ici nous voyons que les hypothèses précédentes cherchent bien à donner une explication du phénomène mais, malgré tout, elles sont toujours in-

complètes, et laissent toujours dans l'obscurité ce point curieux et intéressant : Pourquoi, seules, de *très petites quantités* de l'oxyde actif (cérium, chrome, uranium, etc.) permettent d'arriver à une belle incandescence, tandis que ce phénomène est considérablement diminué dans ses effets, lorsqu'on *augmente* la dose de l'oxyde excitateur, toutes conditions étant égales ?

M. Geelmuyden a étudié les produits de la combustion du gaz d'éclairage s'échappant des becs ordinaires, et de ceux munis de manchons à incandescence et il est arrivé à des conclusions contraires à celles fournies par la théorie du D^r Killing.

Les becs papillons et Argand ne donnent pas de gaz provenant d'une combustion incomplète, tels que le méthane et l'oxyde de carbone : au contraire le bec Auer en fournit quelquefois de petites quantités, il n'y aurait donc pas excès d'oxygène.

M. Wilhem Krebs (*Zeitschrift für Beleucht.*, 1897, p. 131) suppose que l'incandescence résulte d'une transformation des ondes de l'éther en ondes lumineuses, dans le corps même du squelette incandescent.

En 1889, M. Wiener avait constaté par la lumière polarisée la présence d'ondes directes qu'il attribuait à l'éther. L'incandescence pouvait dès lors s'expliquer par le mouvement très rapide de l'éther, engendrant des ondes lumineuses directes dans les pores du corps incandescent.

Le cérium rejeterait les rayons calorifiques dans le squelette d'oxydes et permettrait cette transformation des ondes. Cette théorie ingénieuse mériterait d'être vérifiée par l'expérience.

Enfin, M. Bunte, rejetant la plupart des hypothèses décrites précédemment, qui sont insuffisantes, et reprenant son hypothèse de 1896, a tenté de démontrer qu'il

ne faut pas chercher la cause de l'effet lumineux intensif dans un pouvoir émissif lumineux spécial des Terres rares et de leurs mélanges, mais simplement dans les deux faits suivants : 1° la haute température que prennent ces corps dans la flamme ; 2° les propriétés catalytiques de l'oxyde de cérium, ce qui tendrait à prouver l'hypothèse du D^r Killing.

Pour démontrer le premier point, M. Bunte a fait l'expérience suivante : un tube à paroi épaisse (fig. 5) en charbon de cornue est réduit en son milieu, sur une longueur de 10 centimètres à une épaisseur de paroi de 1^{mm},5 et au moyen d'un fort courant électrique, cette partie peut être amenée à la plus grande incandescence réalisable (plus de 2,000°). Pour éviter les pertes de chaleur ou empêcher la combustion, cette partie est entourée d'une couche de magnésie, puis d'une seconde couche d'amiante. Les substances à essayer, au point de vue de leur pouvoir émissif lumineux, sont disposées sur de petits prismes carrés (longueur : 0,015, largeur 0,007), et au moyen de fragments d'égales dimensions de magnésie et de charbon, le tout est mastiqué ensemble, de manière que les deux surfaces antérieures soient composées des 2 substances à comparer. Ces prismes doubles sont introduits dans le tube, et on peut, en prenant certaines précautions, juger du pouvoir rayonnant relatif des deux moitiés des surfaces visibles.

M. Bunte, en comparant ainsi du charbon, de la magnésie, de l'oxyde de thorium et de l'oxyde de cérium pur, mélange Auer ; a constaté que les différences de pouvoir émissif étaient extrêmement faibles. Le pouvoir éclairant des manchons ne proviendrait donc pas d'un pouvoir émissif lumineux particulièrement considérable.

Mais le point spécialement intéressant des expériences

du D^r H. Bunte réside surtout dans la constatation des grandes propriétés catalytiques qu'offre le mélange Auer.

Lorsqu'on essaie, à ce point de vue particulier, les deux oxydes de cérium et de thorium, on constate que ce dernier n'exerce aucune influence sur la combinaison de l'oxygène et de l'hydrogène, celle-ci se produisant à environ 650°, soit à peu près à la même température qu'en présence de la silice.

Avec l'oxyde de cérium pur, au contraire, la température de combinaison est abaissée jusqu'à 350°, sans que l'oxyde semble se modifier lui-même visiblement. On peut donc admettre qu'il fonctionnera de même dans la flamme du gaz et qu'il provoquera et exaltera la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène, développant ainsi une température *exceptionnellement élevée*, par laquelle il sera amené lui-même à une vive incandescence.

Cependant, contrairement à toute prévision, un manchon constitué uniquement par de l'oxyde de cérium ne donne qu'une lumière relativement faible et le maximum de luminescence ne se produit qu'en présence de faibles quantités de l'oxyde excitateur. Comment expliquer cette anomalie apparente ?

Pour expliquer cette contradiction, M. Bunte fait alors intervenir un autre phénomène, plus facilement explicable avec le platine, qui, comme on le sait, jouit aussi d'un grand pouvoir catalytique.

En effet si l'on place dans la flamme d'un bec Bunsen un manchon en treillis, il est porté à une incandescence modérée, sans que l'on obtienne un effet lumineux notable, même aux points où la température est la plus élevée, la chaleur développée est encore notablement inférieure à celle nécessaire à la fusion du platine.

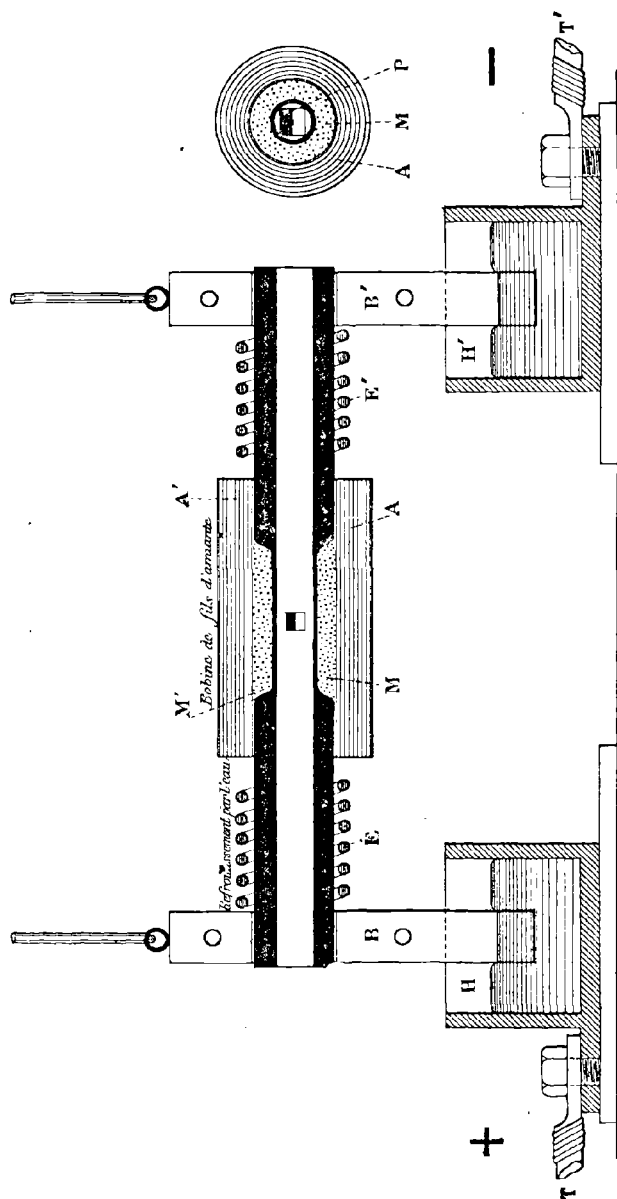


Fig. 5. — Appareil Bunte Four électrique servant au chauffage des *Terres rares* pour la mesure de leur pouvoir résistif. — C, tube en charbon; M M', magnésie en poudre; A A', feuilles de carton d'amianté superposées; E E', serpentins parcourus par un courant d'eau froide; P, prismes de magnésie portant la matière à essayer; T T' conducteurs amenant le courant électrique au tube par les godets de mercure H H' et les barres B B'.

Si, au contraire, on introduit dans la flamme un fil de platine de l'épaisseur d'un cheveu, on peut constater facilement que, sur certains points, ce fil a été partiellement fondu.

La température a donc atteint plus de $1,800^{\circ}$.

Pourquoi ces différences de résultat ? C'est que, dans le dernier cas, par suite du faible diamètre du fil, la perte de chaleur est empêchée ou retardée et le fil peut atteindre la température maximum de la flamme, tandis que, sur un fil plus gros, la conductibilité agissant beaucoup plus puissamment, jamais le maximum ne peut être atteint et le fil ou le treillis métallique n'atteignent qu'une température moyenne.

Si, donc, il était possible d'isoler dans la flamme, de disséminer sur un corps mauvais conducteur des substances douées de propriétés catalytiques (platine, oxyde de cérium, etc.), on obtiendrait sans doute le maximum de température et l'effet lumineux obtenu serait intense.

C'est ce rôle de substance isolante divisée à l'infini que joue l'oxyde de thorium, lequel, après la calcination du nitrate de thorium, se présente sous forme de filaments boursofflés, gonflés, se divisant à l'infini.

L'oxyde de cérium, se trouvant en petite quantité (1 pour 100), ses particules sont réparties sur des millions de fils extrêmement fins.

Le manchon étant alors plongé dans la zone extérieure de la flamme, ces particules d'oxyde de cérium atteindront une température bien supérieure à la température moyenne de la flamme et qui dépassera $2,000^{\circ}$, leur éclat deviendra donc extrêmement grand, car il croît à peu près comme la 5^e puissance de la température.

La quantité d'oxyde de cérium qui est de 1 pour 100

du poids du manchon (environ 0^{gr},004) est 40 fois plus grande que celle du carbone incandescent existant dans la flamme d'un bec papillon. On voit donc qu'elle est absolument suffisante pour produire ces puissants effets lumineux.

L'oxyde de thorium n'a donc aucun rôle direct dans l'éclairement, pas plus que l'hydrogène, le méthane et l'oxyde de carbone qui forment 95 pour 100 des composants du gaz d'éclairage. Son rôle est uniquement de permettre la répartition à l'infini, dans la flamme, des particules de l'oxyde excitateur.

Une plus grande quantité d'oxyde de cérium serait nuisible, car sa division serait moins complète et il y aurait perte de calorique en chaque point.

M. H. Le Châtelier et O. Boudouard ont déduit de leurs expériences sur le pouvoir émissif des manchons une nouvelle théorie du manchon Auer. Le manchon serait composé d'une matière dont le pouvoir émissif à la température où il fonctionne est différent pour les diverses radiations. Son rendement avantageux résulte de ce que son pouvoir émissif très grand, pour les radiations bleue, verte et jaune, est moindre pour le rouge.

La proportion d'énergie rayonnée, sous forme de radiations visibles, est par suite très grande.

Nous signalerons, avant de terminer ce paragraphe, les intéressantes expériences de M^{me} S. Curie sur les radiations émises par le thorium et ses composés, lesquelles sont analogues aux rayons uraniques de M. H. Becquerel. Or, il est à remarquer que les deux oxydes d'uranium et de thorium font partie des meilleurs mélanges incandescents. Il serait donc possible que de nouvelles recherches entreprises dans cette voie nous amènent enfin à l'explication parfaite du phénomène de la luminescence.

CHAPITRE II

Historique de l'éclairage à incandescence.

Les premières tentatives d'application de l'incandescence des corps solides portés à haute température, à l'éclairage, datent de Drummond qui, au commencement du siècle, en 1826, eut l'idée de chauffer jusqu'à l'incandescence, à l'aide d'un mélange gazeux d'hydrogène et d'oxygène, un fragment de chaux.

Cette lumière eut un très grand succès et, en 1834, Galy-Cazalat en fit, à plusieurs reprises, des expériences publiques à Paris. Ce genre d'éclairage, nommé depuis « Lumière Drummond », est encore très répandu, surtout pour les applications aux lanternes de projections, la chaux y est souvent remplacée par un bâton de magnésie, modification que l'Anglais Parker y apporta en 1865.

Cruikshank, en 1839, prit un brevet dans lequel il revendiquait une lumière obtenue par le gaz et les vapeurs, ne contenant pas une quantité de carbone suffisante pour donner une flamme brillante. Il construisait un tissu métallique en fils de platine très fins, et lui donnait la forme de la flamme, tout en ayant des dimensions légèrement plus petites, afin que le tissu métallique fût plongé dans la partie la plus chaude de la flamme, c'est-à-dire dans la zone extérieure.

Il recouvrait le platine constituant ce tissu d'une pâte

d'oxydes terreux. Il employait aussi les alliages du platine.

En 1849, Frankenstein, de Gratz, applique le principe de l'incandescence des corps solides à accroître le pouvoir éclairant de la lampe d'Argand et construisit, sous le nom de *Lampe lunaire et solaire*, un nouvel appareil d'éclairage.

L'inventeur plaçait au sein de la flamme un corps qui, porté au rouge, augmentait fortement sa puissance lumineuse.

Ce corps, qu'il nommait *multiplicateur de lumière*, consistait en une carcasse conique, creuse, formée d'un tissu lâche, enduit d'une bouillie calcaire ou magnésienne, mélangée à de la gomme arabique. Nous donnerons plus loin la description de ce procédé, dans lequel se retrouve en partie l'idée de notre manchon actuel.

À la même époque, un mécanicien de Leipzig, nommé Robert Werner, arriva au même but que Frankenstein et produisit aussi des multiplicateurs de lumière, à l'aide de tissus légers, tels que gazes, mousselines, etc., imprégnés de chaux ou de magnésie.

Gillard, en 1848, appliqua le gaz à l'eau à l'éclairage public en plongeant dans la flamme incolore un petit cylindre en toile de platine. Quelques essais en furent faits à Passy et la ville de Narbonne fut éclairée ainsi pendant quelques mois. Malheureusement, comme dans tous les systèmes basés sur l'emploi du platine, ce métal au bout de très peu de temps, chauffé au contact des gaz carburés, devenait extrêmement friable, perdait toute solidité et bientôt les fils constituant le panier se rompaient.

M. D'Hurcourt a employé un mode d'irradiation à peu près semblable. Il opérait au moyen d'un appareil

spécial le mélange de l'air et du gaz d'éclairage en proportions insuffisantes pour détoner et projetait ce mélange dans la canalisation, sous une pression d'eau de 5 à 6 centimètres; au moyen d'une soufflerie mise en mouvement par une machine à gaz à air chaud. Ce mélange s'échappait par un bec à trous circulaires très petits, lequel était surmonté d'un cône en fils de platine, qui devenait incandescent.

En 1862, Newton, en Angleterre, imagina un système de brûleur pour porter la zirconite à l'incandescence.

En janvier de la même année, Galafer et Villy prirent un brevet basé sur l'application d'un tissu incombustible, en forme de calotte ou de cône cylindrique, suspendu ou posé dans une flamme de gaz, pour en augmenter la puissance éclairante.

En 1867, MM. Tessié du Motay et Maréchal fabriquèrent des crayons cylindriques ou coniques, formés d'un mélange de magnésie, de chaux ou de strontiane, avec du charbon, du noir de fumée et de la résine. Le mélange était pulvérisé, aggloméré sous une pression de 25 atmosphères, puis calciné au rouge en vase clos. Ces crayons étaient destinés à remplacer la chaux dans la lumière Drummond et à rendre l'éclairage plus régulier.

En 1868, Tessié du Motay, afin d'obtenir une lumière très intense et douée d'une grande fixité, eut l'idée de faire des crayons de zirconite, ou d'un mélange de zirconite et de chaux ou de magnésie. Le procédé ne donna pas tous les résultats sur lesquels on avait compté, et cet insuccès fut dû en grande partie à la complication de la double canalisation destinée à l'oxygène et à l'hydrogène et surtout au prix de revient fort élevé du premier de ces deux gaz.

Plusieurs essais avaient été faits, sur la place de l'Hôtel-de-Ville, pendant l'hiver de 1868, et en 1869, dans la

cour des Tuileries. En 1872, les expériences avec la zirconc furent reprises par M. Caron, mais sans plus de succès.

A cette époque (1868), plusieurs inventeurs, abandonnant le système oxyhydrique à double canalisation, tentèrent d'appliquer le brûleur de Bunsen à l'éclairage par incandescence.

M. Wicsnegg, le premier, en 1888, décrivit un procédé consistant à produire et à utiliser la combustion complète des gaz, sous des pressions plus élevées et variables suivant les températures et les effets à obtenir. L'inventeur utilisait ainsi le brûleur Bunsen modifié, à la production de hautes températures.

En 1879, Garcin surchauffait avec un bec Bunsen une flamme épaisse, dans laquelle il plaçait des corps réfractaires, tels que : chaux, magnésie, zirconc, terre de pipe. Le gaz et l'air étaient chauffés au préalable.

En 1878, Edison fit breveter l'idée de recouvrir une corbeille de fils de platine avec des oxydes de pouvoir émissif très grand, tels que *les oxydes de zirconium et de cérium*, que Berzélius, en 1825, avait déjà signalés comme émettant une lumière extrêmement brillante lorsqu'ils étaient plongés dans la flamme d'une lampe d'émailleur. Les oxydes étaient appliqués sur le fil, sous forme de nitrate, d'oxalate ou d'acétate, lesquels, après calcination, donnaient une couche d'oxyde plus solide et plus adhérente que celle obtenue par le procédé de Cruikshank.

Ce brevet est intéressant, car il mentionne, le premier, l'application des oxydes rares à l'incandescence.

En 1880, Lewis construisit un brûleur, formé par un cylindre ou un espèce de cône, en gaze fine en fils de platine, fixé à l'extrémité d'un tube Bunsen. Le gaz était employé à la pression ordinaire et l'air sous une pres-

sion de 12 à 15 pouces d'eau. Grâce à cette vitesse, une autre quantité d'air extérieur était aspirée par quelques tubes latéraux.

La lumière obtenue par ce système était très bonne au début, mais le pouvoir émissif lumineux baissait assez rapidement, à cause de la carburation du platine, inconvénient qui a toujours été signalé dans l'application de ce métal à l'éclairage par incandescence.

Avant de signaler les autres procédés d'incandescence, nous mentionnerons les travaux que firent Bahr et Bunsen en 1863, sur l'incandescence à l'aide des oxydes rares. Dans une correspondance adressée à Bunsen, Bahr relatait une expérience très simple dont les résultats l'avaient frappé : lorsqu'on trempe un fil de platine dans une solution de nitrate d'erbium et qu'on le porte dans la flamme obscure d'un brûleur à gaz le sel se décompose pour donner une masse blanche, boursofflée d'oxyde d'erbium et qui émet une lumière verdâtre, plus intense que celle fournie par la zirconc. Bahr et Bunsen reprirent cette étude en commun et l'année suivante les résultats en furent publiés dans les *Annales de Liebig*. Ces savants montrèrent que les oxydes du groupe yttrique, portés à l'incandescence, émettent une lumière blanche très intense et très belle.

En 1881, Khotinsky appliqua les oxydes des Terres rares seuls ou mélangés à la production de l'incandescence. La même année, Charles Clamond propose l'emploi d'une corbeille de magnésie portée à l'incandescence par le gaz mélangé d'air surchauffé. L'inventeur donnait une durée plus grande à cette corbeille en ajoutant jusqu'à 25 pour 100 de zirconc.

En 1882, Popp propose l'emploi d'un petit cône en fil de platine contenant une petite quantité d'iridium pour augmenter sa durée.

La même année, J. Stocks William, de Riverton (New-Jersey), prenait un brevet concernant un système qu'il nommait *Thermo-bougie*, destiné à augmenter la puissance lumineuse des flammes. L'emploi des oxydes rares tels que la zircone, et l'imprégnation de tissus légers tels que gazes, mousselines, à l'aide de solutions métalliques, y sont nettement revendiqués. Ce brevet, malgré son manque de clarté, constitue une antériorité absolument nette du procédé Auer. Nous y reviendrons dans le cours de cet ouvrage.

En 1883, Somzee obtenait une belle lumière blanche à l'aide d'une capsule perforée, en chaux ou en magnésie, recouverte de zircone.

Fahnehjen, en 1883, chauffait des peignes constitués par des tiges de magnésie, maintenus par une garniture métallique demi-circulaire et placés au-dessus d'un bec alimenté par du gaz d'eau. Ces peignes duraient de 80 à 150 heures.

Ils furent employés en grande quantité, à un certain moment, aux États-Unis.

En 1890, Fahnehjelm perfectionna ce mode d'éclairage en mélangeant la magnésie avec des oxydes de chrome, de tungstène, de manganèse, de cobalt, de nickel ou de cuivre, seuls ou mélangés.

En 1891, Haitinger employait l'alumine et l'oxyde de chrome ou de manganèse, intimement mélangés et soumis à une haute température. On obtenait ainsi une lumière jaune rougeâtre très brillante. En 1890, Dellvik utilisait cette même idée, en aspergeant à l'aide d'une solution de sels de chrome un manchon obtenu avec de l'alumine.

En 1893, Hirshfield employait un panier formé de sulfate d'alumine et d'oxyde de chrome.

Ces divers procédés n'eurent qu'une existence éphé-

mère. Un seul d'entre eux, dont nous n'avons pas encore parlé, utilisant les données précédentes, révolutionna complètement l'industrie de l'éclairage. Ce procédé est celui d'Auer von Welsbach.

Carl Auer von Welsbach, ancien élève du professeur Bunsen, à l'université de Heidelberg, s'occupait d'éclairage depuis 1883. S'inspirant des travaux exécutés et publiés par ses devanciers, et parmi lesquels aucun n'était encore arrivé à la perfection, il parvint en 1885 à présenter une solution heureuse et élégante de la question.

Dans un brevet en date du 4 novembre 1885, il revendiquait l'application dans des brûleurs à gaz d'un corps incandescent formé par la calcination d'un tissu de coton ou de laine, imprégné d'une dissolution de nitrate ou d'acétate d'une combinaison d'oxyde de lanthane, d'oxyde d'yttrium et de zircon ou d'oxyde de lanthane ou de zircon. Dans un certificat d'addition, en date du 22 avril 1886, M. Auer revendiquait l'emploi de l'oxyde de Thorium, que Bergemann (1), en 1852, avait déjà signalé comme émettant une belle lumière quand il est porté à l'incandescence ainsi que le moyen de préparer et de supporter les corps tubulaires incandescents que l'on a désignés depuis sous le nom de *manchons*. Ce brevet a donné lieu à de nombreux procès en contrefaçon que la société Auer a intenté à un grand nombre de maisons concurrentes qui s'étaient mises à fabriquer des manchons incandescents, des brûleurs, etc. On peut citer parmi les plus connues : la société Oberlé, la société Deselle-Gillet, Thomas, Henry, etc.

Malgré les preuves d'antériorité et d'insuffisance de

(1) POGGENDORFF. *Annal.*, vol. LXXXV, p. 564.

description du brevet que les experts des défenseurs apportèrent aux procès, la société Auer eut gain de cause. Quelques chercheurs avaient tenté de tourner la difficulté en rejetant complètement la forme employée par M. Auer et en employant au lieu et place de manchon, certains systèmes de brûleurs composés de fils imprégnés de solutions d'oxydes rares (thorium, cérium), lesquels étaient disposés après calcination à environ 45° sur un brûleur spécial composé d'un ou plusieurs becs dits papillons (système l'héliogène, Lardureau, etc.).

DESCRIPTION DES DIFFÉRENTS PROCÉDÉS

PROCÉDÉS ANCIENS

Lampe solaire et lunaire de Frankeinstein. — Frankeinstein, appliqua le premier, le principe de l'incandescence à accroître le pouvoir éclairant des lampes d'Argand.

La distinction que l'auteur établit entre les lumières solaire et lunaire est la suivante : c'est que l'on charge la lampe avec de l'alcool au lieu d'huile pour produire la seconde de ces lumières. La construction de ces lampes ne diffère pas beaucoup de celles d'Argand, il est cependant nécessaire pour produire une lumière aussi parfaite que possible que la mèche puisse être élevée ou abaissée, que la cheminée puisse être ajustée à volonté et et qu'il y ait au sein de la flamme un corps, qui porté au rouge, augmente le pouvoir lumineux. Ce corps, que l'auteur nomme *multiplificateur de lumière*, consiste en une carcasse conique creuse, établie avec un tissu lâche, (tulle, gaze,) ou autre semblable, enduit d'une

bouillie de chaux ou de magnésie mélangée à de la gomme arabique.

Pour préparer ce multiplicateur, l'auteur opérait ainsi : « On commence par prendre un morceau de tissu lâche (tulle ou gaze), puis on prépare une bouillie peu épaisse avec parties égales de craie finement broyée, de magnésie calcinée et d'eau ; et on manipule le tissu dans cette bouillie, jusqu'à ce qu'il en soit bien pénétré. Toutefois il faut avoir soin que le tissu ne soit pas trop fatigué par cette opération et se rappeler qu'on ne doit pas faire la bouillie assez épaisse pour que les mailles du tissu en soient obstruées, mais conservant au contraire, autant qu'il est possible, leur caractère et leur état.

Une demi-heure environ après que le tissu a été introduit dans la bouillie, on l'en retire, on l'exprime et on le laisse sécher soit à l'air libre, soit à l'étuve. Le tissu étant sec, on le passe encore une fois dans une bouillie consistant en parties égales de craie, de magnésie et une quantité suffisante d'eau, pour former un liquide un peu épais, ayant la consistance de l'huile.

On ajoute pour 50 parties de craie et de magnésie employées, 20 parties de gomme arabique et un peu de noir de fumée ; ce dernier en quantité suffisante pour qu'après séchage la bouillie prenne une couleur noire grisâtre. Le tissu immergé et imprégné à plusieurs reprises dans la bouillie est ensuite exprimé, séché et, après dessiccation, énergiquement pressé ou calandré. Cela fait, on se procure un certain nombre de petits cônes tournés, en bois, qui ont exactement la forme du bec de la lampe, mais sont à peu près de 12 à 15 centimètres plus longs. Sur ces moules en bois, on façonne de petites enveloppes en papier, collées sur les bords et qui ont par conséquent la forme de cônes creux. On

imbibe ces cônes à plusieurs reprises avec de l'huile, puis, aussitôt que ce liquide a pénétré dans le papier, on les étend sur les moules. Cela fait, on découpe le tissu préparé en morceaux ayant la forme d'un trapèze; on procède alors ainsi qu'il suit pour préparer le multiplicateur :

On enduit les bords du morceau découpé du tissu, jusqu'à une largeur de 3 à 4 millimètres, avec une dissolution de gomme arabique; le morceau est ensuite plié sur le papier qui recouvre le moule cône de façon que les bords enduits de gomme chevauchent l'un sur l'autre. Quand ceci est terminé on enlève le cône en papier avec le multiplicateur qu'il porte et on le laisse sécher, afin de pouvoir le débarrasser du papier, puis, après avoir allumé la lampe, le multiplicateur est introduit à l'aide d'un dispositif particulier dans la capacité de la flamme, dont il doit être entouré complètement. Le tissu est promptement charbonné, au bout de quelque temps, le charbon brûle et les oxydes terreux restent seuls sous la forme du tissu primitif; le cône ne tarde pas alors à devenir rouge blanc intense.

Si comme liquide combustible on emploie l'alcool, on constate encore mieux l'augmentation du pouvoir éclairant donné par ce dispositif. L'inconvénient dans ce procédé était qu'il fallait remplacer le multiplicateur chaque fois que l'on allumait la lampe.

L'inventeur recommandait que lors de l'introduction du multiplicateur dans la flamme, celui-ci ne fût ni déformé ni aplati.

Ce procédé qui date, comme nous l'avons dit de 1848, présente dans tous ses détails, sous une forme peut-être plus grossière, l'idée du manchon incandescent reprise depuis par Auer avec tant de succès.

Lors des procès Auer, quelques expériences furent

faites par les experts des défenseurs, à l'aide du procédé Frankenstein.

Conformément aux descriptions de ce dernier, on fit deux mélanges contenant :

TABLEAU VI

	N° 1	N° 2
Magnésie.	50 grammes	100 grammes
Carbonate de chaux.	50 —	100 —
Gomme.	40 —	80 —
Chlorhydrate d'ammoniaque.	20 —	100 —
Eau.	Pour faire un litre.	

Un certain nombre de manchons furent ainsi préparés et donnèrent un squelette jouissant de propriétés incandescentes très marquées.

L'addition nécessaire du chlorure d'ammonium permet d'obtenir plus facilement le résultat indiqué par Frankenstein dans son brevet.

Procédé Robert Werner. — En mars 1848, Robert Werner, mécanicien à Leipzig, fit paraître une brochure dans laquelle il décrivait une nouvelle manière de préparer des brûleurs incandescents.

On prend de la gaze pas trop fine, satinette ou tissu dentelle (ce dernier tissu est meilleur, mieux encore serait un tissu pareil en amiante), on le mouille pendant quelque temps, tout en l'exprimant à plusieurs reprises de façon à faire disparaître toute trace d'apprêt. Pour préparer la masse incandescente on mélange deux parties de craie finement pulvérisée avec une partie de chlorure de sodium. On met le tout dans un mortier en pierre ou en porcelaine et on y ajoute une solution

de chlorure de sodium jusqu'à ce que la masse prenne la consistance d'une bouillie. On triture en ajoutant encore un peu de solution de chlorure de sodium saturée et une petite quantité de mucilage de gomme. On obtient ainsi une masse présentant une consistance demi-solide. Le tissu encore humide est introduit dans ce mélange et on le laisse y séjourner pendant quelque temps. Pour l'imprégner plus intimement, il faut le malaxer, le frotter entre les mains, comme si on voulait le laver, après quoi on l'exprime légèrement et on le fait sécher. Les mailles du tissu ne doivent pas se rétrécir et la consistance doit en être plus ferme.

On prépare alors un nouveau mélange de mucilage de gomme et de craie, par trituration dans un mortier, et on enduit de nouveau le tissu. Pour cela, ce dernier étant étendu sur une plaque d'ardoise, on passe plusieurs fois sur la surface un morceau de bois de 3 à 4 centimètres carrés couvert d'une étoffe quelconque et imbibé de mélange. Le tissu est ensuite enlevé et séché de nouveau. On le tourne alors sur l'autre face et on le traite comme précédemment. Quand il est à moitié sec, c'est-à-dire qu'il ne colle plus, on le met entre des doubles de papier et on le presse sur une table. Il ne faut pas que le tissu soit tordu car le brûleur dans ce cas n'éclairerait pas bien.

Pour préparer des cylindres ou des tubes coniques, on coupe le tissu en morceaux de longueur voulue et on le colle autour d'un tube en verre, avec une gomme épaisse.

L'auteur dit dans sa communication qu'un brûleur de sa construction, carbonisé dans la flamme d'une lampe à esprit de vin, et fixé sur la flamme de l'hydrogène, donne une lumière d'une intensité telle qu'elle égale celle obtenue par un courant galvanique passant

entre deux charbons placés vis-à-vis? On voit, par la description de ces deux procédés qui datent de cinquante ans, que les principes nécessaires à la fabrication de notre manchon moderne y étaient déjà indiqués en partie.

Procédé Galafer et Villy. — Les auteurs de ce procédé appliquent sur la flamme des becs de gaz, quelle que soit leur forme, un chapeau ou une calotte en tissu métallique ou autre tissu incombustible, au travers duquel doit passer le gaz avant de brûler. L'épaisseur du tissu était proportionnée à la pression du gaz d'éclairage.

Lumière Drummond. — Ce genre d'éclairage d'où découlent directement tous nos procédés d'incandescence moderne, est actuellement exclusivement consacré aux projections amusantes ou scientifiques.

Il résulte, en principe, de la projection sur un crayon de chaux ou de magnésie, de la flamme extrêmement chaude, produite par la combustion d'un mélange convenable d'hydrogène ou de gaz d'éclairage et d'oxygène. On se sert presque toujours actuellement de gaz d'éclairage et d'oxygène.

L'oxygène est emmagasiné dans des sacs en tissu caoutchouté pouvant contenir de 110 à 280 litres de gaz.

Ce dispositif est actuellement souvent remplacé par des cylindres d'oxygène comprimé, que l'on branche directement sur le chalumeau oxyhydrique.

Chalumeau oxyhydrique. — Pour supprimer toutes chances d'accidents, que pourrait provoquer le mélange des deux gaz, on les amène en contact à peu de distance du bâton de chaux et par deux conduits séparés A et B

qui composent le chalumeau représenté par la figure 6. Les deux canalisations se soudent un peu avant l'orifice de sortie. Cette disposition permet d'employer les gaz

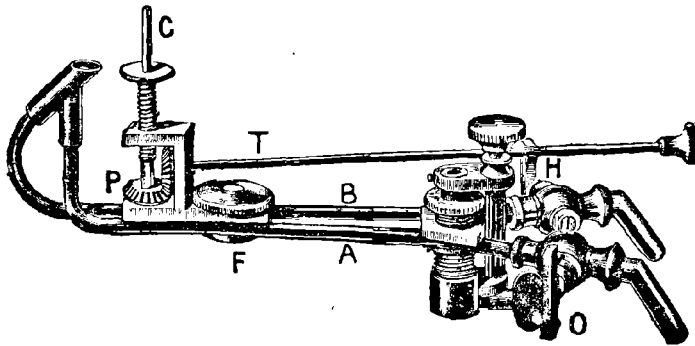


FIG. 6. — Chalumeau oxyhydrique.

sous des pressions différentes. La broche C sert à porter le bâton de chaux perforé, lequel peut être élevé ou tourné à l'aide du double pignon P et de la tige T, au fur et à mesure de son usure.

Le bouton F sert à fixer la position du porte-crayon, O est le robinet d'oxygène et H le robinet d'hydrogène ou de gaz d'éclairage.

On doit toujours allumer le gaz le premier, puis on ouvre graduellement le robinet d'oxygène, et l'on agit ensuite sur les robinets jusqu'à cessation presque complète de tout sifflement. Le réglage doit tendre comme de juste à obtenir le maximum d'intensité lumineuse.

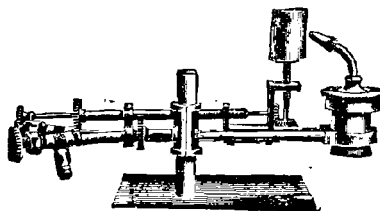


FIG. 7. — Chalumeau.

Ce chalumeau permet d'obtenir dans des conditions convenables un éclairage de 4 à 500 bougies.

Le chalumeau suivant (fig. 7), qui s'emploie comme

le précédent, permet d'obtenir 800 à 1000 bougies. Dans cet appareil les gaz sont mélangés avant leur sortie. L'ajutage de sortie est beaucoup plus petit que dans le système précédent et la position du crayon de chaux est modifiée par un mécanisme semblable de pignons et de tige.

Chalumeau oxyéthérique. — La lumière produite par le chalumeau oxyéthérique remplace souvent avantageusement la lumière oxyhydrique.

Le gaz d'éclairage est remplacé par des vapeurs d'éther ou de gazoline. Les constructeurs recommandent de ne jamais employer que de l'éther pesant 720 à 730 grammes le litre, ou de la gazoline ne pesant pas plus de 650 grammes le litre. Il suffit pour faire des projections, d'un appareil tel que celui que nous allons décrire et d'un petit cylindre d'oxygène de 25 à 30 centimètres de longueur.

Cet appareil (fig. 8) se compose d'un saturateur en bronze épais, en forme de cylindre divisé intérieurement en plusieurs compartiments remplis de tissus absorbants, destinés à servir de réservoir d'éther ou de gazoline.

La valve B sert à laisser échapper l'air pendant le remplissage.

Le saturateur se remplit par le bouchon A.

La manœuvre de l'appareil se fait ainsi :

Pour le remplissage on commence par ouvrir la valve B, puis on dévisse le bouchon A et l'on verse lentement dans l'appareil 150 centimètres cubes d'éther sulfurique de densité = 0,723 ou de gazoline de densité = 0,650 ou d'éther de pétrole.

On attend ensuite 15 à 20 minutes et on retourne l'appareil pour recueillir dans un flacon l'excédent de liquide, ou bien on referme A et l'on souffle par le bec

du chalumeau E, afin de chasser l'excédent de liquide par la tubulure C. Une petite quantité de liquide pouvant s'amasser dans les différents conduits, on souffle fortement par le tubulure C, soit avec la bouche, soit avec le tube d'oxygène, en ayant soin d'ouvrir les trois valves D, D' et B.

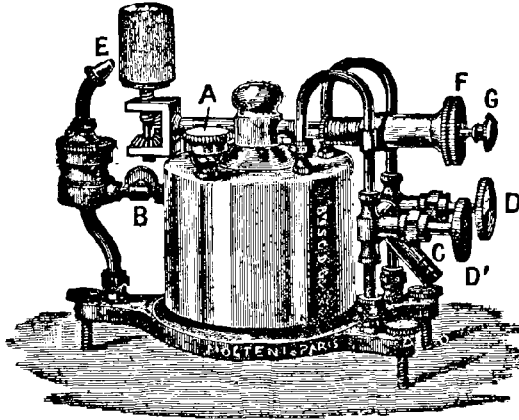


Fig. 8. — Chalumeau oxyéthérique.

L'appareil étant chargé, on referme les trois valves et on revisse à fond le bouchon A afin de prévenir toute évaporation.

Pour mettre l'appareil en marche, on réunit la tubulure C à l'aide d'un tuyau de caoutchouc au réservoir d'oxygène, on ouvre le robinet de ce réservoir, puis la valve B et enfin la valve D par laquelle l'oxygène pénètre dans l'appareil. Le gaz s'échappe alors du bec E du chalumeau où on l'allume.

S'il y a un excès de liquide dans le saturateur, ou s'il y en a un peu dans les conduits, il se produit quelques crachements. Il faut dans ce cas attendre pour allumer.

La flamme est réglée à l'aide de la valve D, de façon à avoir une hauteur d'environ 6 à 8 centimètres.

A ce moment on tourne lentement la valve D' qui laisse pénétrer dans l'appareil l'oxygène pur se rendant au chalumeau. La flamme diminue de longueur, devient plus chaude et la chaux devient incandescente.

On règle ensuite l'arrivée des deux courants d'oxygène, en agissant sur les deux valves D et D' de manière à obtenir le maximum d'intensité lumineuse.

L'arrivée du gaz étant réglée, on modifie la distance de la chaux au bec du chalumeau en tournant dans un sens ou dans l'autre le bouton F; on obtient plus ou moins de lumière en faisant varier cette distance qui doit être de 2 à 3 millimètres.

Comme pour le chalumeau oxyhydrique on fait tourner de temps en temps le bâton de chaux sur lui-même, à l'aide du bouton G.

Pour éteindre le chalumeau, on ferme la valve D', puis la valve B, ensuite la valve D et enfin le robinet du réservoir à oxygène. Avant de fermer la valve B, on fait tourner le bâton de chaux d'un demi-tour afin que la partie incandescente ne soit plus devant l'ajutage.

Avec 150 centimètres cubes d'éther, le saturateur fonctionne pendant environ 2 heures.

Pour avoir une flamme suffisante, l'oxygène doit être employé sous une pression minimum de 40 à 50 centimètres.

Lorsqu'on emploie des tubes d'oxygène comprimé, la pression est suffisante, mais avec les sacs en tissu caoutchouté, il est nécessaire de charger ces derniers plus fortement que pour la lumière oxyhydrique.

La manipulation de cet appareil est extrêmement simple, et n'offre aucun danger si l'on observe les précautions indiquées. L'éclairage fourni par cet appareil peut atteindre 500 à 600 bougies.

Chalumeau oxyacétonique. — Ce nouvel appareil.

construit par M. Fescourt, se compose d'un carburateur spécial formé par une boîte cylindrique en cuivre (fig. 9) fermée hermétiquement et contenant intérieurement un bloc de pierre poreuse qui la remplit exactement. Ce bloc cylindrique poreux peut être retiré entièrement de l'enveloppe qui le contient (fig. 10). Il est serti dans le fond ou culasse du cylindre de cuivre, qui lui-même est fixé au moyen d'un écrou à vis.

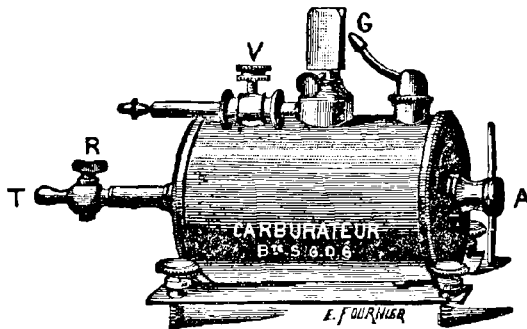


FIG. 9. — Chalumeau oxyacétonique.

Pour charger le carburateur, on dévisse l'écrou à manette A qui fixe la culasse, on retire complètement le bloc poreux, et, on le plonge une minute dans l'acétone. Il s'imbibé complètement, on souffle par le robinet R, pour chasser l'excès de liquide, puis on le remet en place en revissant l'écrou à manette à fond, de façon à assurer la parfaite étanchéité de la fermeture.

On adapte alors à la tubulure T le tuyau d'arrivée d'oxygène et on ouvre le robinet. L'oxygène pour s'échapper doit traverser la pierre poreuse imbibée d'acétone, il se charge de vapeurs et est ensuite enflammé à la sortie de l'ajutage G.

Si en allumant le carburateur, il se produit de petites crépitations, il faut augmenter *modérément*, le débit du

courant d'oxygène, en agissant sur le robinet. Cet appareil peut fonctionner avec des crayons de chaux, des crayons ou des pastilles de magnésic ou des cylindres de zircone.

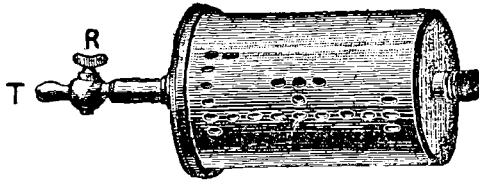


Fig. 10. — Carburateur du chalumeau oxyacétonique.

Cet appareil possède une puissance lumineuse très forte, la dépense d'oxygène est très inférieure à celle du carburateur oxyéthérique, et sous une forme simple il jouit de qualités de facilité de maniemnt et de sécurité plus parfaite. Pour permettre au cylindre poreux de retenir une plus grande quantité d'acétone, ce liquide peut être additionné d'une très faible proportion de pétrole. L'écrou et la vis V permettent d'avancer et de faire tourner le baton de chaux.

Procédé Tessié du Motay. — M. Tessié du Motay prit, le 23 août 1867, un brevet pour la fabrication d'un genre de crayon propre à l'éclairage avec le chalumeau oxyhydrique. Ces crayons avaient la forme de pains cylindriques ou coniques et deux matières distinctes entraient dans leur composition: 1° l'élément poreux formé d'un oxyde terreux (magnésic, chaux, strontiane); 2° l'élément agglutinant, formé de charbon, noir de fumée, résine ou autre combustible. Ces deux matières étaient pulvérisées, mélangées et

agglomérées sous une pression de vingt-cinq atmosphères, puis soumises à une cuisson opérée, en vase clos et à la température du rouge.

Cette invention découlait d'un nouveau procédé de préparation de l'oxygène que venait de découvrir M. Tessié du Motay. Ce gaz était préparé industriellement par la décomposition au rouge sombre du manganate de soude, qui dégage de l'oxygène en passant à l'état de sesquioxyde et de soude hydratée sous l'influence d'un courant de vapeur surchauffée. — Le manganate de soude était ensuite régénéré par l'action d'un courant d'air injecté mécaniquement.

Les crayons ainsi fabriqués par M. Tessié du Motay étaient principalement composés de magnésie comprimée. Le cylindre *c* placé verticalement dans un brûleur spécial composé d'un étrier *t* supportant le crayon et de trois ajutages *f*, constituant chacun un chalumeau oxyhydrique, devenait incandescent sous l'influence des jets gazeux enflammés venant le frapper à sa base (fig. 11).

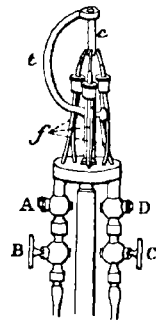


FIG. 11. — Appareil Tessié du Motay.

Une pression de gaz de 5 à 6 centimètres d'eau et de 6 à 7 centimètres pour l'oxygène suffisaient au bon fonctionnement du brûleur.

L'inconvénient de ce système était que le crayon de magnésie se creusait fortement à l'endroit atteint par le jet gazeux. Son renouvellement, par suite, en était assez fréquent.

La figure 11 représente le bec qui fut placé pendant l'hiver de 1868 dans une série de lanternes, lors de l'essai qui en fut fait sur la place de l'Hôtel-de-Ville de Paris.

Les cornues productrices d'oxygène avaient été placées dans les caves de cet édifice.

Le 7 mai 1868, la Société Tessié du Motay et C^{ie} prit un nouveau brevet pour l'application de la zircone à la lumière oxyhydrique. C'est à la suite de la remarque que fit M. Caron, de l'usure assez rapide des crayons magnésiens que l'on chercha à le remplacer par la zircone. La zircone était extraite de ses minerais sous forme de chlorure de zirconium, que l'on transformait ensuite en zircone par les procédés chimiques ordinaires.

La zircone calcinée était ensuite légèrement humectée et soumise dans des moules à une forte pression, avec addition de substances agglutinantes. Les crayons cylindriques et les disques ainsi fabriqués sont portés ensuite à une haute température.

L'auteur du brevet faisait remarquer que la découverte de la propriété de la zircone d'être à la fois le plus infusible, le plus inaltérable et le plus lumineux de tous les corps chimiques connus jusqu'alors, avait été faite par lui.

L'année suivante, en 1869, M. Tessié du Motay employa un nouveau bec qu'il nomma *bec différentiel* (fig. 12). Ce brûleur avait l'avantage de fonctionner sans subir d'intermittence notable dans l'intensité lumineuse lorsque la pression du gaz venait à varier.

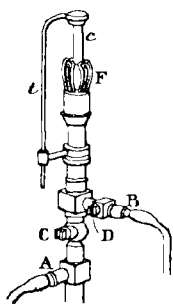


Fig. 12. — Bec différentiel
Tessié du Motay.

Le principe sur lequel était fondé ce nouveau brûleur consistait à faire arriver le gaz d'éclairage dans deux directions opposées à l'aide de deux tubes recourbés. L'orifice du tuyau amenant l'oxygène est un peu plus bas, et le jet de ce gaz arrive perpendiculairement et

dans le même plan que les deux jets de gaz d'éclairage.

La figure 13 fait comprendre parfaitement ce dispositif. C représente le crayon de magnésie et *t* le support en forme de potence. Comme dans le bec précédent, le crayon de magnésie est placé au centre de tous les petits jets gazeux.

La flèche O indique l'entrée de l'oxygène, l'autre flèche indique l'entrée du gaz d'éclairage.

La figure 12 représente un bec oxyhydrique complet comprenant 12 jets, huit de gaz d'éclairage et quatre d'oxygène. A est le tube d'arrivée du gaz d'éclairage, B le tuyau amenant l'oxygène réglé par le robinet D. C est le crayon de magnésie; *t* la tige-potence qui supporte le crayon de magnésie *c*.

On allumait d'abord le gaz d'éclairage puis on faisait arriver l'oxygène.

Les inconvénients de ce procédé étaient l'emploi d'une double canalisation et la manipulation continue d'un mélange gazeux doué de grandes propriétés explosives.

En 1872, M. Caron, appliquant l'idée brevetée par la société du Motay en 1868, remplaça la magnésie par la zircon. Les expériences eurent lieu sur le boulevard des Italiens. Cette nouvelle tentative n'eut pas de succès.

Brûleur Bourbouze et Wiesnegg. — M. Wiesnegg, le 11 février 1868, prit un brevet dont l'objet consistait à produire et à utiliser la combustion complète des gaz en faisant pénétrer ceux-ci dans des brûleurs Bunsen,

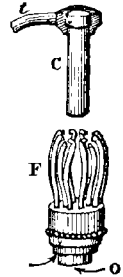


FIG. 13. — Dispositif du bec différentiel.

mais sous des pressions plus élevées et variables selon les températures et les effets à obtenir.

M. Bourbouze employait comme source de lumière le gaz d'éclairage débité par un chalumeau et alimenté d'air comprimé à une demi-atmosphère en plus de la pression atmosphérique. Le jet gazeux est enflammé à

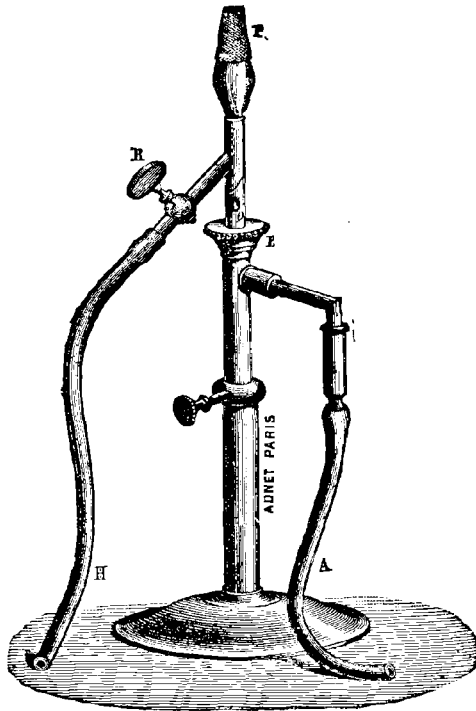


FIG. 14.

l'extrémité d'un brûleur se terminant par une sorte de capuchon P formé par un réseau de fils de platine, lequel se trouve ainsi porté à une incandescence extrêmement vive (fig. 14).

La combustion était accompagnée d'un bruissement

assez fort, que l'inventeur, en collaboration avec M. Wicsnegg, est parvenu à faire disparaître.

Au lieu de comprimer l'air, ils compriment le gaz d'éclairage à une demi-atmosphère en plus de la pression atmosphérique et le dirigent dans un fort brûleur Bunsen, coiffé d'une calotte formée par un réseau de fils de platine.

Dans certains appareils un cône de magnésie est placé au centre de cette calotte, qui rayonne alors une lumière très vive et très blanche.

La lampe représentée par la figure 14 est une lampe Bourbouze à oxygène et hydrogène munie de cônes métalliques en toile de platine.

James Lewis, en 1882, et Victor Popp reprirent cette idée. Le premier employait des calottes en platine, le second recouvrait de toile métallique de platine un chapeau perforé en un produit réfractaire quelconque.

Léon Somzée posait sur un Bunsen une coquille perforée, en chaux ou en magnésie poreuse, et l'entourait d'un tissu en platine.

Bec Sellon. — Ce bec consistait en un brûleur Bunsen surmonté d'une cheminée en verre. On rendait incandescente une petite corbeille en platine, contenant 10 pour 100 d'iridium, afin d'augmenter sa durée. En effet, dans tous les systèmes précédents, basés sur l'incandescence du platine, ce dernier au bout de quelque temps d'usage devenait cassant, sa surface se modifiait, le pouvoir lumineux diminuait et la corbeille se rompait, il fallait donc assez souvent la remplacer.

Le bec Sellon, au début, donnait une très belle lumière mais peu à peu son intensité diminuait, les propriétés de l'alliage platine-iridium disparaissaient en

partie et, après un usage de 50 à 60 heures, les corbeilles devaient être remplacées.

Au début on obtenait la carcel avec une consommation de 75 litres, et à la fin elle s'élevait jusqu'à 130 litres.

Bec Clamond. — M. Clamond, reprenant les idées basées sur l'application de la magnésie, prit le 20 mai 1880 un brevet dans lequel il décrivait un nouveau brûleur et le mode de préparation d'une corbeille en magnésie destinée à le surmonter (fig. 13).

Les fils qui constituent cette corbeille sont obtenus en formant une pâte plastique au moyen d'un mélange de magnésie calcinée en poudre et d'acétate de magnésie, qu'on fait passer ensuite par pression dans une filière, ce qui produit des fils et des tubes creux.

Ces fils sont ensuite enroulés autour d'un mandrin conique, et, comme ils sont plastiques, ils se collent sur les points de contact des deux rangées de spires; par la calcination on obtient ainsi un véritable grillage formé de fils de magnésie.

Pour rendre la corbeille plus solide et plus facile à manier, on l'entoure d'un morceau de papier rigide qui brûle quand on allume le bec.

La corbeille de magnésie est supportée par une corbeille en fil de platine ou en tout autre métal réfractaire, à larges mailles et de même forme.

Pour donner aux corbeilles une plus grande durée et un éclat plus doré, M. Clamond a conseillé d'ajouter une certaine proportion de zircone, assez faible généralement, mais qui peut s'élever à 25 pour 100 du poids de la magnésie.

L'inconvénient de ce système est que les filaments de magnésie sont très fragiles et se détachent de temps à autre diminuant ainsi la surface éclairante.

Dans les derniers brûleurs Clamond, le bec à double courant d'air a été remplacé par de petits brûleurs Bunsen, entourés d'une enveloppe sur laquelle repose la corbeille.

Le bec Clamond n° 1 consomme 120 litres de gaz à l'heure.
 — n° 2 — 200 — — —

D'autre part, le mécanisme du bec Clamond devait nécessairement conduire à un dispositif permettant l'usage de lampes intensives. On subordonnait dans ce cas le nombre des corbeilles en magnésie au chiffre de litres de gaz utilisables. Ajoutons toutefois que la conception de ces foyers à grand rendement ne devait pas supprimer le défaut initial du bec unique, les filaments conservant leur fragilité et leur fixité, étant tout aussi précaire — nous ne nous étendrons donc pas sur ces lampes à corbeilles multiples, 3 à 7, consommant respectivement 600, 700 et 950 litres. Dans ce système la carcel est obtenue avec une dépense minimum de 80 litres. La durée moyenne d'une corbeille est de 80 heures.

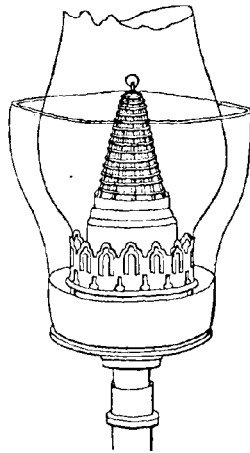


FIG. 15. — Bec Clamond.

Les premiers becs Clamond étaient d'abord à canalisation d'air forcé (1882), puis à simple tirage avec cheminée constituée par un verre plus ou moins long.

Ce genre d'éclairage ne s'est pas très répandu.

Procédé Stocks-Williams. — En 1882, M. J. S. Williams, de New-Jersey, communiqua à MM. Haseltine

Lake et C^{ie} une invention pour laquelle M. Lake prit un brevet provisoire d'un an, à la date de janvier 1882.

Quoique la rédaction de ce brevet ne soit pas très claire et malgré les erreurs qu'il contient, on y retrouve cette idée apparente de la fabrication d'un manchon, à l'aide d'un tissu absorbant, imprégné d'une solution de sel métallique et qui, une fois incinéré, donne une carcasse d'oxydes. Après avoir construit un semblable manchon qui est un véritable manchon Auer, l'inventeur vient anéantir malheureusement cette idée en cherchant à le recouvrir d'un dépôt métallique.

Pour la fabrication de son manchon, qu'il nomme *thermo-bougie*, 1^o il dépose un alliage métallique ou un métal sur de la zircone, du gypse, de la chaux, de l'asbeste, du graphite, du charbon, de la ficelle, des fils de soie, de lin, de chanvre, de coton, de bois, en un mot sur n'importe quelle matière combustible ou incombustible, organique ou minérale; 2^o il imprègne une carcasse indestructible de charbon, graphite; seuls ou additionnés de sels métalliques. Cette carcasse peut être formée de zircone, terre cuite, amiante, etc. La carcasse peut aussi être destructible (matières végétales, etc.).

Son corps lumineux peut aussi être formé de métaux réfractaires tels que platine, iridium, manganèse ou leurs alliages.

La *thermo-bougie* peut de même être formée en imprégnant des filaments ou des fils végétaux (rubans, gaze) d'une solution contenant du charbon et des sels métalliques.

La base de la *thermo-bougie* (minérale ou organique) peut être imprégnée en employant des solutions de sels métalliques ou d'oxydes. Il revendique aussi l'immersion de la base dans une solution bouillante contenant

les sels ou oxydes ou les deux ensemble. Les oxydes les plus réfractaires peuvent de la sorte être mélangés ou déposés de façon à être employés utilement dans l'appareil thermo-lumineux.

Le dépôt d'oxyde ainsi obtenu peut être recouvert d'un métal ou d'un alliage par immersion ou par dépôt électrolytique.

L'incohérence de ce brevet où il existait beaucoup de bonnes idées, malheureusement mal présentées et pas assez étudiées, n'a pas permis aux imitateurs d'Auer de s'en faire une arme sérieuse, dans les divers procès qui leur avaient été intentés.

Il n'est pas niable, malgré tout, qu'il existe bien des points de contact entre les divers procédés que nous avons décrits et celui d'Auer dont nous allons nous occuper.

PROCÉDÉS MODERNES

Procédé Auer von Welsbach. — Ce n'est que dans les quinze dernières années que l'éclairage à incandescence par le gaz, abandonnant les anciens procédés d'incandescence, basés sur l'emploi de masses plus ou moins fortes d'oxydes, se lança dans la nouvelle voie où il devait éclipser complètement et dépasser de très loin tout ce qui avait été fait jusqu'alors.

L'éclairage au gaz devant l'électricité, concurrente acharnée, semblait devoir disparaître ; lorsque le manchon Auer apparut et lui donna un nouveau regain de vie.

Le savant viennois, remontant à l'origine de l'incandescence, sut appliquer et présenter sous une forme absolument pratique et élégante l'invention que Fran-

keinstein n'avait pu amener jusqu'au succès. Utilisant la zircone que Tessié du Motay et Bourbouze avaient déjà préconisée comme un des meilleurs oxydes réfractaires incandescents, il commença en 1885 à lancer dans le public ces fameux manchons incandescents qui devaient révolutionner l'industrie de l'éclairage.

Mais les résultats ne furent pas tout d'abord très heureux, la lumière livide que ces manchons émettaient les fit presque complètement rejeter ; et ce n'est qu'en 1892 que M. Auer arriva à la solution presque parfaite du problème en employant les oxydes de thorium et de cérium.

Les manchons vendus alors dans le commerce fournissaient une lumière chaude, extrêmement brillante et dépassant comme tonalité et comme intensité la lumière électrique par incandescence.

Le succès étant venu, de tous côtés surgirent des imitateurs et de nombreux procès s'engagèrent entre la Société Auer et ceux qu'elle nommait ses contrefacteurs. Ces derniers furent condamnés à plusieurs reprises, quoiqu'ils fussent en droit de considérer l'invention d'Auer comme un perfectionnement des procédés antérieurs de Frankeinstein, Tessié du Motay, Clamond, Edison, Stokes Williams, etc.

Depuis, de nombreux chercheurs ont tenté de tourner le brevet Auer, à l'aide de moyens plus ou moins ingénieux destinés à obtenir des manchons lumineux sans passer par le mode d'imprégnation préconisé par le savant viennois.

En Angleterre, on a renoncé à l'emploi d'oxydes rares et quelques compagnies comme la Sunlight C^o emploient l'alumine et l'oxyde de chrome comme bases de leurs manchons incandescents, procédé semblable à celui de Ludwig Haitinger.

En France, quelques-uns, comme M. Ladureau et M. de Mare, rejetèrent l'emploi du manchon conique et du bec rond et utilisèrent le bec à flamme plate, dit *papillon*.

D'autres inventeurs tentèrent d'obtenir des filaments de coton imprégnés des sels d'oxydes rares, sans passer par l'imprégnation primitive d'Auer. Ils fabriquaient du collodion nitrique ou acétique, additionné de solutions de sels d'oxydes rares, et le transformaient en fils, à l'aide de l'appareil Du Chardonnet pour la fabrication de la soie artificielle. Les fils étaient ensuite filés, tissés sous forme de tricot, et le manchon, une fois confectionné, n'avait plus qu'à être brûlé.

Quelques-uns cherchant à obtenir des manchons plus résistants que les manchons Auer, qui se détériorent et se brisent au moindre choc, utilisèrent comme support des oxydes irradiants, la porcelaine, l'amiante, des fils métalliques, etc. Ce genre de manchons n'a pas eu beaucoup de succès.

Enfin, un des perfectionnements les plus importants, dû aux intéressantes recherches de M. Denayrouse, M. Bandsept Saint-Paul; sur la combustion parfaite et complète du gaz d'éclairage, a permis d'obtenir par l'emploi de brûleurs intensifs un éclairage splendide, d'une belle tonalité et pouvant lutter avec n'importe quel genre d'éclairage actuel.

Le développement de l'éclairage à incandescence par le gaz date de l'apparition du manchon Auer von Welsbach, qui permit d'employer sous une forme parfaite ce mode d'éclairage.

C'est donc au professeur Auer que l'on doit la vulgarisation de ce procédé. Mais la propriété que possèdent les Terres rares d'émettre la lumière par incandescence était, comme nous l'avons déjà dit, bien connue avant les

travaux d'Auer — Bahr et Bunsen l'avaient signalée dans les *Annales de Leibig* — Tessié du Motay, dont nous avons déjà parlé, appliquait la zirconite à la fabrication de ses crayons incandescents. Caron avait déjà remarqué l'incandescence extrêmement vive dont jouit la zirconite, lorsqu'elle est chauffée au chalumeau oxyhydrique, et bien d'autres savants avaient signalé la propriété curieuse des oxydes rares de devenir incandescents à haute température.

Le Dr Auer von Welsbach prit en 1885 une série de brevets, en France, en Angleterre, en Allemagne et aux États-Unis, concernant la fabrication de corps lumineux incandescents pour brûleurs à gaz.

Nous donnons ci-dessous les termes du brevet allemand, le brevet français étant insuffisant comme description, en ce qui concerne principalement la formule du liquide imprégnant les manchons actuels.

« L'oxyde de lanthane, l'oxyde d'yttrium et d'autres Terres rares, mêlés dans les proportions les plus variées, à la magnésite ou à la zirconite, dès qu'ils sont soumis à l'état de mélanges moléculaires, à une calcination intense se combinent en corps spécifiques, dont les propriétés deviennent inséparables de celles des parties composantes à l'état isolé. Il s'est produit dans ce cas une combinaison chimique des éléments isolés.

« Ces corps sont doués d'une énorme puissance lumineuse et d'une grande force de résistance.

« Les *alliages* de Terres rares et de zirconite possèdent ces propriétés à un degré encore plus élevé que les alliages semblables avec la magnésite. Les alliages ou manchons de zirconite, ainsi que ceux à base de magnésite, sont tous deux excellents pour faire des corps incandescents destinés à l'éclairage; tous deux peuvent à l'état de la plus fine division être soumis de longues

heures à l'incandescence, sans suintement appréciable, sans perte sensible de leur pouvoir d'émission et sans se volatiliser.

« Les composés d'oxyde de lanthane, d'oxyde d'yttrium, de zircon et de magnésie possèdent les propriétés indiquées ci-dessus, qui ne se rencontrent dans leur ensemble dans aucune des matières employées jusqu'ici dans un but d'incandescence, qui même ne se trouvent à un degré comparable dans aucune des parties composantes.

« Les alliages des corps dénommés ci-dessus, deux à deux, ont pourtant en partie les mêmes propriétés que ces composés. Mais, si l'on compare les éléments isolés, il semble que doués en eux-mêmes d'un pouvoir d'émission d'une certaine valeur ils l'ont élevé à une plus haute puissance par leur réunion. La composition de ces corps éclairants n'est liée à aucune proportion absolument déterminée des éléments isolés.

« Les quantités proportionnelles pour arriver à la plus avantageuse des combinaisons sont les suivantes :

« 1° Pour les composés magnésiques :

60	pour 100	de magnésie (MgO)
20	—	d'oxyde de lanthane (La ² O ³)
20	—	d'oxyde d'yttrium (Y ² O ³)

« 2° Pour les composés zirconiens :

60	pour 100	de zircon (ZrO ²)
30	—	d'oxyde de lanthane (La ² O ³)
10	—	d'oxyde d'yttrium (Y ² O ³)
ou aussi 50	—	de zircon (ZrO ²)
et 50	—	d'oxyde de lanthane (La ² O ³)

Si l'on augmente la quantité d'yttrium, la lumière obtenue devient de plus en plus blanche jaunâtre, sans toutefois diminuer d'intensité.

« On peut dans ces alliages, à cause du prix élevé des Terres rares, en abaisser la proportion jusqu'à 20 pour 100, sans que les propriétés éclairantes en souffrent beaucoup.

« On peut aussi remplacer l'oxyde d'yttrium par un mélange des terres dites yttriques et l'oxyde de lanthane, par un mélange des terres cériques, contenant peu de cérium et pures de didyme.

« Terres yttriques » aussi bien que « Terres cériques » sont les désignations employées par les chimistes, et on comprend parmi les terres yttriques les oxydes des éléments du groupe yttrium, comme par exemple l'ytterbium, etc.; et parmi les terres cériques, particulièrement les terres du cérium (1).

« L'alliage de néodyme et de zirconium donne une lumière d'une très vive intensité, d'une magnifique nuance orangée. Par une petite addition de ce produit aux alliages à lumière blanche décrits plus haut, la lumière obtenue parcourt toutes les nuances, du blanc au jaune.

« L'alliage d'erbine et de zircone donne une lumière verte très intense.

« L'oxyde de lanthane, en lui-même, chauffé dans la flamme d'un bec Bunsen, donne une lumière jaune. Il se désagrège promptement en dehors de la flamme en une fine poudre blanche.

« L'oxyde de zirconium donne dans les mêmes conditions une lumière d'un blanc mat. Le pouvoir d'émission diminue peu à peu, le tissu demeure, mais sans aucune solidité.

(1) Pour l'étude et la description de ces oxydes, voir l'ouvrage *Les terres rares*, P. TRUCHOT. Georges Carré et C. Naud, éditeurs.

« De la réunion des deux corps, en poids à peu près égaux, résulte une substance qui, chauffée dans les mêmes conditions, donne une lumière blanche, claire comme la lumière du jour, dont l'intensité est telle que le pouvoir d'émission des éléments considérés isolément est à peu près quintuplé. Même après une calcination de plusieurs centaines d'heures, la puissance d'émission reste encore à peu près la même et la résistance de tissu est considérablement plus grande qu'en présence de zirconie seule.

« Le corps produit par la réunion de l'oxyde de lanthane et de la magnésie se comporte également différemment, que lorsque les deux oxydes sont pris séparément.

« Un tissu de magnésie donne une lumière entièrement blanche dans la zone la plus extrême de la flamme. Brûlé dans la partie intérieure de la flamme, il n'éclaire presque pas et suinte très fortement.

« De la réunion des deux oxydes de lanthane et de magnésie qui tous deux sont blancs, résulte un corps brun foncé? devenant plus clair après de longues journées d'ignition qui, dans toute les parties de la flamme, fournit une lumière blanche intense. Il suinte peu et est entièrement fixe.

« Comme conclusion de ces exposés, on peut considérer comme établi que dans les combinaisons magnésiennes, la magnésie est en quelque sorte la base, tandis que dans les combinaisons zirconiennes ce sont les Terres rares qui jouent ce rôle.

« Comme les combinaisons ne peuvent se former qu'après un mélange moléculaire préalable, que, d'autre part, le corps ne peut être porté par le bec de gaz ordinaire à l'état de très haute incandescence que lorsqu'il est très finement divisé; les substances employées en

rapports appropriés de sels qui sont destructibles à l'incandescence, laissant subsister les terres; sont mises ensemble en solution.

« On imprègne de cette solution les tissus, et ceux-ci sont directement mis en cendres dans la flamme. Après quelques minutes de forte calcination, le résidu ne change plus de forme. Il est, à l'état d'incandescence, flexible et soudable.

« Il importe maintenant, aussi bien pour la force lumineuse du bec incandescent et pour l'utilisation de la chaleur fournie par la flamme, que pour la durée du réseau incandescent, de donner au résidu terreux une forme presque sphérique enveloppant la flamme.

« On procède comme il suit : un tissu (de préférence de fibres végétales) purifié d'avance à l'acide chlorhydrique, bien lavé, dont les fils ont une épaisseur d'à peu près $0^{\text{mm}},2$, est intimement imprégné d'une solution aqueuse à 30 pour 100 de nitrates ou d'acétates, il est ensuite bien pressé et séché.

« Les dimensions suivantes conviennent à un bec Bunsen à cône bleu, de 1 centimètre de diamètre d'échappement et d'une consommation de gaz de 70 litres à l'heure.

« Le tissu imprégné est coupé en bandes ayant mêmes dimensions en longueur et en largeur (10 centimètres), puis plié en petits plis dans le sens de la largeur, de sorte que la longueur du tissu plié donne à peu près 4 centimètres. Alors, à travers les mailles, au bord supérieur du réseau ainsi formé, on fait passer un fil de platine d'une épaisseur d'à peu près $0^{\text{mm}},2$, puis on le courbe en forme annulaire, de façon que le diamètre soit environ de 1 à $1^{\text{cm}},5$ et on tortille les extrémités.

« On coud avec du fil de coton imprégné les lisières réunies du tissu, qui a dès lors une forme tubulaire,

puis on consolide le petit anneau de platine par un fil de platine un peu plus fort, de quelques centimètres de longueur. Ainsi préparé, le manchon tissé est prêt à être employé. Pour la fabrication en grand, il se recommande d'employer des tissus tubulaires tissés ensemble à la machine.

« Pour fabriquer le manchon terreux on fixe le fil de platine plus fort, dont il vient d'être question, à un support latéral au brûleur; on pose le tissu sur le brûleur et le fil de platine est fixé solidement, de façon que le petit anneau se trouve à environ 3 centimètres au-dessus de l'ouverture du brûleur. Quand la flamme est allumée, la partie du tissu qui s'y trouve s'incinère rapidement et la terre façonnée, dans les « manchons de magnésie » entraîne peu à peu dans la flamme les parties du tissu non consommées. En quelques minutes, sans aucune intervention quelconque, le tissu est incinéré. Le poids du manchon est pour une hauteur d'environ 3 centimètres et un diamètre d'environ 1 centimètre d'un peu plus de 0^{mm},05. En pleine incandescence il émet une lumière de 15 à 20 bougies.

« On peut employer, comme support des substances éclairantes, des tissus d'autres formes ou des fils isolés ou des fils réunis en faisceaux, etc.

« Pour protéger les tissus, notamment pour empêcher les déchirures par l'afflux de la flamme du gaz, on peut insérer des fils plus forts préalablement à l'incinération.

« Dans le même but, pour fortifier encore davantage les parties du manchon terminé, exposées au premier choc du gaz, on les frotte au moyen d'un petit pinceau avec une solution assez concentrée des sels indiqués, où on les plonge dans cette solution pour les pourvoir d'une nouvelle couche puis, après quoi, on calcine à nouveau pendant quelques secondes.

« Pour faire adhérer solidement le manchon dans sa forme achevée au fil de platine qui le supporte, de telle sorte qu'il puisse résister à tout ébranlement, on traite de la même manière toutes les parties du manchon se trouvant en contact avec le fil de platine, dans ce but on se sert de la même solution ou mieux d'une solution à parties à peu près égales de nitrates de magnésium et d'aluminium, à laquelle on mêle de l'acide phosphorique. On peut aussi employer comme fixatif le nitrate de glucinium.

« On peut enduire les manchons des dites solutions avant ou après l'incinération.

« Dans la fabrication des « manchons de zirconium », après que la partie supérieure est parvenue à la pleine incandescence, il faut lever peu à peu le manchon.

« A côté des nitrates, les sulfates, les combinaisons organiques, telles que les acétates, etc., sont aussi susceptibles d'emploi pour obtenir le liquide d'imprégnation.

« Il y a deux données qui suffisent pour préciser exactement la possibilité d'emploi de tous les alliages que nous pourrions exposer aujourd'hui ou seraient exposables dans l'avenir.

1° *Les alliages doivent être destructibles et abandonner l'oxyde par la chaleur incandescente ;*

2° *Les alliages doivent être ou des sels solubles ou des dépôts amorphes gélatineux ou en cristaux extrêmement fins.* Le procédé d'imprégnation est toujours le même que celui précédemment décrit, parce que le dépôt gélatineux amorphe se comporte tout comme une solution épaisse, et, ici, il n'est besoin que de remarquer que par une pression répétée, le dépôt doit être finement réparti dans les cellules du tissu. Il est à recommander d'employer au moins un des éléments du corps incandescent

sous forme de sel soluble ; grâce à quoi les tissus sont plus facilement garantis du déchirement pendant l'incinération.

« Dans un certificat d'addition en date du 17 décembre 1887, Auer revendiquait l'addition dans ses divers mélanges d'oxyde de thorium, dont la présence accroît d'une manière extraordinaire la puissance lumineuse de ses manchons. D'après l'auteur, un mélange d'oxyde de thorium, d'oxyde de zirconium et d'oxyde de lanthane donne le maximum d'intensité de la lumière émise. 0^{gr},1 de ce corps incandescent, sous une forme convenable, brûlé dans un bec Bunsen perfectionné avec une consommation de gaz de 70 litres à l'heure, donne une lumière de 40 bougies, sans qu'une incandescence de plusieurs centaines d'heures y amène un sensible changement.

Ce sont les termes du brevet ; mais contrairement à cette assertion l'intensité lumineuse décroît assez rapidement. Ces propriétés lumineuses intensives sont, d'après M. Auer, le produit d'une espèce de combinaison chimique des parties composantes.

Ainsi l'oxyde de thorium blanc se combine à haute température avec l'oxyde de lanthane blanc, pour donner un corps rouge brun foncé à froid (?).

Voici, d'après M. Auer, la composition des différents corps incandescents pour diverses lumières.

Pour lumière blanche :

1^o Oxyde de thorium pur (ThO²)

Ce corps est rigide à la température de l'incandescence.

2^o 30 pour 100 d'oxyde de thorium (ThO²)
 30 — d'oxyde de zirconium (ZrO²)
 40 — d'oxyde d'yttrium (Y²O³)

Ce mélange donne une lumière d'un blanc jaune.

3°	30	pour 100	d'oxyde de thorium (ThO_2)
	30	—	d'oxyde de zirconium (ZrO_2)
	40	—	d'oxyde de lanthane (La_2O_3)

Ce mélange émet la lumière la plus intense et la plus belle de tous les mélanges incandescents indiqués plus haut; il est flexible à la température de l'incandescence.

4°	40	pour 100	d'oxyde de thorium (ThO_2)
	40	—	d'oxyde de lanthane (La_2O_3)
	20	—	de magnésie (MgO)

Flexible à la température de l'incandescence.

Pour lumière jaune :

5°	50	pour 100	d'oxyde de thorium.
	50	—	d'oxyde de lanthane

Dans les mélanges ci-dessus l'oxyde de lanthane peut être remplacé par les oxydes yttriques et par les oxydes cériques contenant peu de cérium et de didyme.

Pour lumière orangée :

6°	50	pour 100	d'oxyde de thorium (ThO_2)
	50	—	d'oxyde de néodyme (Nd_2O_3)
7°	50	—	d'oxyde de thorium (ThO_2)
	50	—	d'oxyde de praséodyme (Pr_2O_3)

Pour lumière verdâtre :

8°	50	pour 100	d'oxyde de thorium
	50	—	d'erbine (tous les éléments d'oxydes du groupe erbique).

Dans tous les corps indiqués à partir du paragraphe 4, l'oxyde de thorium peut être remplacé partiellement par l'oxyde de zirconium. La lumière des corps incandescents contenant du zirconium est d'un blanc plus accentué.

L'auteur discute ensuite la question relative au rem-

placement dans ses mélanges de l'yttria qu'il sera difficile d'obtenir pure commercialement par les terres yttriques.

L'oxyde de scandium et l'oxyde de zirconium produisent une lumière intense d'une blancheur magnifique.

Les combinaisons de l'oxyde d'ytterbium se signalent aussi par leur éclat extraordinaire et leur grande puissance réfractaire.

L'auteur comprend ensuite un groupe d'éléments qui n'a pas encore été l'objet de recherches suffisantes et qu'il désigne sous le nom des « éléments de l'erbium ».

Employés de la même manière, ils donnent une lumière colorée. Dans ces corps sont comprises les combinaisons d'oxyde de thulium et d'oxyde d'erbium à belle lumière verte, ainsi que l'oxyde d'holmium. Les plus importantes de ces substances, en raison de leurs importants gisements, sont les combinaisons d'oxyde de terbium.

L'oxyde de terbium et l'oxyde de zirconium donnent une lumière presque blanche, de très grande intensité.

Les combinaisons d'oxyde de thorium ou d'oxyde de zirconium et d'oxyde de samarium donnent une lumière blanc jaune très intense.

D'après ces différentes considérations, on peut voir que l'oxyde d'yttrium peut être remplacé dans ces diverses combinaisons par certaines terres yttriques.

Tous ces corps incandescents sont doués d'une puissance d'émission lumineuse bien supérieure aux corps dont nous allons actuellement parler.

Pour lumière blanche :

9°	60	pour 100	d'oxyde de thorium (Th O ²)
40	—		de magnésie (Mg O)

Flexible à la température de l'incandescence.

100	60	pour 100	d'oxyde de thorium (ThO_2)
	20	—	de magnésie (MgO)
	20	—	d'oxyde d'aluminium (Al_2O_3)

Suinte plus fort que les autres, mais est assez flexible à la température de l'incandescence.

Certains mélanges avec l'oxyde de cérium peuvent aussi s'employer avantageusement si l'on emploie des flammes à température plus élevée que celle du brûleur Bunsen.

Ainsi, d'après Auer, un mélange d'oxyde de zirconium et d'oxyde de cérium brille avec intensité dans la flamme du gaz d'eau, tandis que dans la flamme Bunsen il ne conserve qu'une faible puissance d'émission.

M. Auer, dans son brevet, se contente donc de signaler cette propriété de l'oxyde de cérium, disant qu'en substance les combinaisons d'oxyde de cérium découlent déjà, au moins en partie, de son brevet principal. Mais il ne donne qu'une formule de mélange qui est la suivante :

N° 12	30	pour 100	d'oxyde de cérium
	20	—	d'oxyde de lanthane
	10	—	d'oxyde d'yttrium
	40	—	d'oxyde de zirconium ou de magnésie, ou les deux mélangés.

Or, le mélange intéressant, celui que nous verrons employé pour la fabrication industrielle des manchons et qui seul ou presque seul donne des résultats, est composé de :

98	à	99	pour 100	d'oxyde de thorium
2	à	1	—	d'oxyde de cérium.

Il n'est pas signalé dans le brevet français.

L'auteur indique finalement une série de corps incandescents moins réfractaires, suintant facilement et pou-

vant être employés avec avantage pour faire adhérer le manchon au fil qui le supporte :

Les nitrates des Terres rares, y compris les niobates de thorium, en outre les niobates de zirconium, de magnésium, de glucinium, de calcium, de cérium, d'aluminium et les tantalates des mêmes oxydes, les silicates des Terres rares, le thorium inclusivement et le silicate de zirconium.

Les titanates des Terres rares, l'alumine inclusivement et enfin les phosphates des terres rares y compris l'oxyde de thorium et l'oxyde de zirconium, mélangés les uns aux autres. On peut voir, par les formules précédentes, qu'aucun rapport moléculaire n'est observé.

Telle est la description donnée par le D^r Auer de son invention qui dérive directement du bec Clamond, comme celui-ci dérive lui-même des procédés de Frankenstein, de Werner et autres.

Il n'en est pas moins vrai que c'est grâce aux savantes recherches du D^r Auer que l'incandescence par le gaz a pu prendre le développement prodigieux que tout le monde a pu constater. Jusqu'alors, les diverses tentatives que nous avons décrites avaient échoué plus ou moins complètement; le D^r Auer lui-même, en 1885, n'avait pas encore atteint à la perfection, et ce n'est qu'en 1892 que des manchons réellement pratiques furent lancés dans le commerce. Ils eurent un très grand succès malgré leur prix relativement élevé, la Société exploitant le brevet Auer s'étant réservée complètement la vente du brûleur nécessaire au fonctionnement du manchon.

Les brevets accordés à Auer par le Patentamt de Berlin sont au nombre de quatre : 1^o le brevet principal de 1885 (n^o 39162), puis le brevet de 1886 (n^o 41945), le

brevet de 1888 (n° 44016), et enfin le brevet 74745 datant de 1891.

Le brevet n° 44016 porte sur la régénération des oxydes.

Dans le premier de ces brevets, Auer revendiquait l'emploi des Terres rares, y compris la magnésie et l'oxyde de zirconium, c'est celui que nous avons décrit dans les pages précédentes.

Dans brevet n° 41945, il mentionne pour la première fois l'oxyde de thorium et indique le mélange qui est actuellement employé.

En Allemagne, depuis l'arrêt de nullité prononcé le 7 novembre 1895 par l'office de Berlin, la fabrication de corps incandescents au moyen d'oxyde de thorium *pur* est tombé dans le domaine public. Mais, comme nous le verrons, l'incandescence produite par de tels manchons est presque nulle.

Enfin, dans le brevet n° 74745, Auer revendique l'addition d'oxyde d'urane à l'oxyde de thorium, ainsi qu'à tous les oxydes rares énumérés précédemment. L'oxyde d'uranium semble se comporter comme l'oxyde de cérium.

En Pensylvanie, les manchons Auer sont chauffés à l'aide de gaz naturel, dont la flamme est bien plus chaude que celle du gaz de houille.

Procédé Otto Fahnehjelm. — Ce procédé a été particulièrement utilisé aux États-Unis, pour l'éclairage par incandescence à l'aide du gaz à l'eau, la température fournie par le gaz d'éclairage ordinaire étant insuffisante.

C'est à Chicago qu'a eu lieu le plus grand essai à l'aide de ce procédé.

Le corps incandescent est disposé au-dessus de la flamme, en forme de lames disposées verticalement.

Les lames rondes ou lisses sont fabriquées avec des minéraux réfractaires naturels, tels que kaolin, cyanite, quartz, etc., ou avec des oxydes réfractaires mélangés dans de certaines proportions, tels que magnésie, chaux, zircone, silice, etc.

Pour fabriquer les aiguilles ou lames rondes, on fait une pâte avec la matière réfractaire pulvérisée et une dissolution de fécule ou de gomme ; puis on comprime cette pâte en filets minces, dans une presse *ad hoc*, à travers une plaque perforée. On découpe à la longueur voulue, puis on fait sécher, et on calcine pour chasser l'acide carbonique et l'humidité et détruire la matière agglutinante. Ces aiguilles sont fabriquées soit rondes, soit en lames, soit en pointes, puis ensuite on les fixe sur un support métallique spécial.

Ce système d'éclairage par incandescence, qui se rapproche un peu des anciens procédés de Tessié du Motay et de Clamond, a eu un certain succès de l'autre côté de l'Atlantique, où les manchons Auer n'avaient été accueillis qu'assez froidement.

En 1890, l'inventeur apporta un perfectionnement à son procédé en additionnant la magnésie, d'oxyde de chrome, de tungstène, de manganèse, de cobalt, de nickel ou de cuivre, seuls ou mélangés.

Procédé Ludwig Haitinger. — M. L. Haitinger a obtenu des manchons doués d'une grande incandescence en combinant dans de certaines proportions l'alumine et l'oxyde de chrome.

Ce dernier oxyde peut être remplacé totalement ou partiellement par le sesquioxyde de manganèse.

Un manchon à l'alumine seule donne une lumière blanche mais relativement faible et, avec l'oxyde de chrome seul, on obtient une lumière jaunâtre encore

plus faible. Chose curieuse et qui avait déjà été constatée pour les manchons Auer, ces deux corps mélangés intimement donnent une lumière jaune rougeâtre extrêmement vive et brillante.

Le mélange d'alumine et d'oxyde de chrome, lorsqu'il n'a pas été soumis à une haute température reste vert et n'éclaire que très peu, mais après calcination à haute température; il y a combinaison et production d'un corps coloré en rouge rosé. Cette coloration persiste après le refroidissement du manchon, qui possède alors une très vive incandescence.

Pour imprégner les manchons, on emploie une liqueur contenant dans une quantité convenable d'eau une dissolution de 100 parties de nitrate d'aluminium et de 8 à 16 parties d'oxyde de chrome hydraté, préalablement dissous dans l'acide azotique.

Comme dans le cas du cérium, un excès d'oxyde de chrome donne de mauvais résultats.

Les tissus employés pour la fabrication de ces manchons sont les mêmes que ceux qui sont utilisés dans la fabrication des manchons Auer.

Procédé Barrière. — Le procédé Barrière, qui a donné lieu à des discussions scientifiques très intéressantes (1), était basé sur la découverte d'un nouvel élément nommé depuis par l'inventeur, *lucium*. L'existence de ce nouveau corps, niée par les uns, défendue par les autres, vient d'être presque réduite à néant, par les derniers travaux de M. G. Urbain. Cependant M. O. Boudouard reprend cette question, en vue de l'éclaircir complètement.

Ce nouvel élément était extrait des sables monazités,

(1) P. Truchot, *Les Terres rares*.

dont nous parlons dans le chapitre suivant. Le minerai porphyrisé était chauffé jusqu'à fusion, en présence de carbonate de soude. Les oxydes étaient ainsi transformés en carbonates correspondants. On laissait refroidir, on pulvérisait et lessivait. On décantait ensuite les silicates et phosphates et l'excès de carbonate de soude. Les carbonates étaient ensuite dissous dans l'acide chlorhydrique et la plus grande partie du fer et de l'alumine étaient séparées par une précipitation par l'acide oxalique.

Les oxalates insolubles étaient transformés en sulfates que l'on calcinait. Ces derniers étaient ensuite pulvérisés et projetés par petites portions dans de l'eau glacée, jusqu'à saturation.

La solution obtenue était précipitée par l'ammoniaque. On éliminait ainsi la chaux et la magnésie.

Le précipité gélatineux d'oxydes était dissous dans l'acide sulfurique et la solution obtenue était additionnée de sulfate de soude, à saturation. On précipitait ainsi le groupe cérium, lanthane, didyme.

Les sulfates doubles sont filtrés, et la liqueur était précipitée par l'ammoniaque et lavée fortement.

Pour enlever toute trace de thorium, on redissolvait dans l'acide sulfurique et on reprécipitait par le sulfate de potassium à saturation.

A ce moment la solution était précipitée par l'hypo-sulfite de soude, en chauffant longtemps à l'ébullition et en présence d'une solution saturée à chaud d'hypo-sulfite de soude. Le corps A (lucium) se précipitait. Cette opération est assez longue.

Le précipité est lavé longuement à l'eau froide, redissous dans l'acide chlorhydrique. Les traces de métaux qui peuvent être encore mélangés sont séparées par un courant d'hydrogène sulfuré; puis on précipite finale-

ment l'oxyde de lucium par l'ammoniaque et on le lave plusieurs fois. Cet oxyde transformé en nitrate et mélangé d'une trace d'un oxyde irradiant, sert à imprégner des manchons, selon le mode opératoire Auer.

Les manchons obtenus jouissaient de propriétés lumineuses très grandes.

Le défaut de tous les anciens corps incandescents, bâtons de craie ou de magnésie, corbeille de magnésie, de zircon, de platine, etc., était que ces corps, mauvais conducteurs de la chaleur, ne pouvaient être chauffés que superficiellement, et qu'ayant une épaisseur très appréciable; il était difficile d'amener à haute température la totalité de leur masse. Il existait, en outre, des intervalles considérables entre les parties de certains de ces corps lumineux.

Au contraire, dans les manchons genre Auer, les seules issues possibles pour la flamme sont constituées par des mailles étroites et fines, qui par suite s'échauffent très facilement dans toute leur épaisseur. Les filaments d'oxyde obtenus, présentent la plus grande surface possible à la flamme et à la chaleur.

Ce nouveau procédé de fabrication de corps incandescents a eu un très grand succès et c'est par millions que peuvent se chiffrer actuellement le nombre de manchons Auer vendus en Europe. Seule l'Amérique était restée jusqu'ici assez réfractaire à cette invention, mais depuis deux ans et demi environ, la Welsbach Light Co en a produit une très grande quantité, comme l'ont démontré les quantités énormes d'oxydes rares que M. Shapleigh, chimiste de cette compagnie à Gloucester-City, avait exposées à l'Exposition Colombienne de Chicago.

On y voyait des centaines de kilogrammes d'oxyde de lanthane, des tonnes d'oxyde de cérium, thorium, des

quantités considérables de sels de praséodyme et de néodyme, etc., toutes choses que, jusqu'ici, les chimistes considéraient comme des raretés de laboratoires.

Ce n'est pas un des moindres bienfaits de ce nouvel éclairage que d'avoir donné un essor aussi puissant à l'étude de ces Terres rares qui jusqu'alors étaient plutôt peu étudiées et mal connues.



CHAPITRE III

Minéraux employés dans la fabrication des manchons incandescents.

Principaux minéraux. — Dans les divers brevets concernant la fabrication des manchons incandescents, obtenus à l'aide des Terres rares, la presque totalité de ces dernières semble servir à l'obtention de ces manchons. Il n'en est rien, car jusqu'ici les seuls oxydes rares qui ont été vraiment utilisés pour l'incandescence sont l'oxyde de cérium, l'oxyde de thorium, l'oxyde de lanthane, l'oxyde d'yttrium l'oxyde de zirconium et l'oxyde d'uranium. Parmi les oxydes communs on peut citer l'alumine, l'oxyde de chrome, la magnésie, la chaux et la baryte.

Les manchons Auer actuels ne sont composés que d'oxyde de thorium et d'oxyde de cérium.

Un grand nombre de minéraux contiennent, sous diverses formes, les nombreux oxydes constituant ce que l'on nomme les Terres rares, nous pouvons citer parmi les principaux: la cériite, la thorite, la monazite et les sables monazités, le zircon, la xénotime, la gadolinite, la samarskite, l'orthite, la fergusonite, la tchewskinite, etc. Le cadre de cet ouvrage ne nous permettant pas une étude détaillée de ces différents minéraux, ainsi que des oxydes rares qu'il renferment, nous

renverrons le lecteur que cela intéresse à notre ouvrage sur les « Terres rares » dans lequel il trouvera tous les renseignements désirables sur ce sujet.

Nous ne décrirons donc que les principaux minéraux qui jusqu'ici ont été la source industrielle des oxydes rares, nécessaires à l'industrie des manchons incandescents : Ce sont : la *cérite* ou *cérérite* qui est un silicate hydraté de cérium, la *gadolinite*, la *thorite* silicate de thorium, la *monazite* phosphate de cérium, de didyme et de lanthane, contenant de l'oxyde de thorium ; les *sables monazités*, la *xénotime* contenant de l'yttria et le *zircon* formé par du silicate de zirconium.

Cérite ou Cérérite. — Ce minéral fut découvert au siècle dernier dans les mines du Bastnaäs, dans la province de Westmanland, en Suède, et étudié en 1804 par Berzélius. Il se présente en masses amorphes grenues, à cassure inégale, translucide sur les bords, d'un éclat faiblement résineux, d'un brun rouge ou d'un rose sale. Se trouve dans le gneiss et est souvent pénétré de pyrite, d'actinote et de galène. La cérite est le meilleur minéral pour l'extraction de l'oxyde de cérium.

Ce minéral, analysé par d'Elhuyar, fut considéré d'abord comme un silicate double de fer et de chaux, lorsqu'en 1803, Klaproth en Allemagne et Hlidinger et Berzélius en Suède, étudiant de nouveau la cérite, y découvrirent une nouvelle terre qui y existait en quantité considérable. Ils nommèrent ce nouvel oxyde : oxyde de cérium, en l'honneur de la planète Cérés qui venait d'être découverte par l'astronome Piazzi. La cérite fut le point de départ des diverses recherches qui nous ont amené depuis, à la découverte d'un grand nombre d'éléments rares, connus sous le nom de « Terres rares » (cérium, lanthane, néodyme, praséodyme, yt-

trium, etc.) (1) Le tableau suivant représente la composition de quelques échantillons de cériite.

TABLEAU VII

PROVENANCES	FORMULES	CÉRITE (HEERMANN)	CÉRITE (LINDSTRÖM)
Silice.	SiO ²	21,35	22,79
Oxyde de cérium.	Ce ² O ³	60,99	24,06
— de lanthane.	La ² O ³	3,51	35,37
— de didyme.	Di ² O ³	3,90	
Protoxyde de fer.	FeO	1,46	3,92
Alumine.	Al ² O ³	—	3,92
Chaux.	CaO	1,65	1,26
Eau.	H ² O	6,31	4,35
Acide carbonique.	CO ²	0,83	3,44

Gadolinite. — La gadolinite est un silicate d'yttrium, de lanthane, de fer et de glucine. Elle contient des quantités variables de tous les métaux des groupes yttrique et erbique.

D'après Des Cloizeaux elle contient plus de 10 pour 100 de glucine. Se présente en cristaux ou en masses amorphes d'un noir verdâtre, transparents et verts d'herbe en lames minces, d'un éclat vitreux, passant au résineux. Cassure conchoïde. Se trouve dans le granit et le gneiss à Brodbo, à Finbo, à Ytterby (Suède) et à Brevik (Norvège). On vient d'en découvrir d'assez grandes quantités à Llano (Texas). Cristaux clinorhombiques, présentant les propriétés optiques des substances biréfringentes à deux axes.

Caractères. — Fait gelée avec l'acide chlorhydrique.

(1) P. Truchot. *Les Terres rares*, Georges Carré et C. Naud, éditeurs.

S'attaque plus difficilement après calcination. Chauffée au rouge sombre devient incandescente et se fendille.

Dureté, 6, 5 à 7. Poussière vert grisâtre. Densité, 4, 2 à 4,35.

TABLEAU VIII
Analyses de gadolinite.

PROVENANCES	FOR- MULES	YTTERBY	LLANO	HITTEROE	BRODBO	—
DENSITÉ	—	—	4,24	—	—	—
Silice.	SiO ²	22,61	23,79	25,59	24,16	24,85
Oxyde de thorium. . .	ThO ²	—	0,58	—	—	—
— d'yttrium.	Y ² O ³	34,64	41,55	44,96	45,93	51,46
— de cérium.	Ce ² O ³	2,86	2,62	—	16,90	5,24
— de lanthane.	La ² O ³	11,59	5,22	6,33	—	—
— de didyme.	Di ² O ³			—		
— de fer.	Fe ² O ³	4,73	0,96	12,13	11,34	13,01
Protoxyde de fer. . . .	FeO	9,76	12,42			
Oxyde de glucinium. .	GlO	6,96	11,33	10,18	—	4,80
Chaux.	CaO	0,98	0,74	0,23	—	0,50
Magnésie.	MgO	—	—	—	—	1,11
Soude.	Na ² O	0,38	traces	—	—	—
Eau.	H ² O	1,93	1,03	—	0,60	—
		96,44	100,26	99,42	99,93	100,97

Thorite. — La thorite est un silicate hydraté de thorium, sa formule est SiO²TH. + 2 H²O.

Elle contient un peu d'oxyde de fer, de manganèse, de calcium, de magnésium, de plomb, d'étain et des quantités assez notables d'oxyde d'uranium.

Elle se présente dans la nature sous forme de cristaux dodécaédriques, avec les faces des deux tétraèdres inégalement développées ou d'apparence hexagonale.

Elle est brune, noirâtre ou orangée. Cette dernière variété nommée *orangite* est ordinairement plus riche

en oxyde de thorium que la thorite proprement dite. Elle a un éclat résineux et une cassure conchoïdale. En lames minces, elle est translucide ou transparente. La thorite commerciale se présente en fragments bruns. On l'a trouvée dans la syénite à Lowo, près de Brewik en Norvège, mais les seuls gisements de thorite et d'orangite actuellement connus et exploités pour l'industrie des manchons incandescents sont ceux de Langesundfjord, entre Arendal et Christiania. La majeure partie des petits fabricants, emploient surtout la thorite comme matière première, son traitement étant relativement beaucoup plus facile que celui de la monazite, que nous décrirons plus loin.

Le tableau suivant représente la composition moyenne de deux échantillons de thorite et d'un échantillon d'orangite provenant de ces gisements norvégiens.

TABLEAU IX

PROVENANCES	FORMULES	ORANGITE	THORITE	THORITE
Silice.	SiO ²	17,52	18,98	17,04
Oxyde de thorium.	ThO ²	71,65	57,91	50,06
Oxyde d'uranium.	U ² O ³	1,13	1,58	9,78
Oxyde de plomb.	PbO	0,88	0,80	1,67
Oxyde de fer.	Fe ² O ³	0,59	5,79	7,60
Oxyde d'aluminium.	Al ² O ³	0,17	0,06	—
Oxyde de cérium.	Ce ² O ³	—	—	1,39
Chaux.	CaO	1,59	2,58	1,99
Magnésic.	MgO	Traces.	0,36	0,28
Pertes.	»	0,47	0,24	—
Humidité.	H ² O	6,14	9,50	9,46

Le minéral actuellement employé par la presque totalité des fabricants de manchons incandescents est la monazite.

Monazite et sables monazités. — La monazite est essentiellement un phosphate anhydre de cérium, lanthane et didyme, dont la composition peut se représenter par la formule $(\text{Ce, La, Di})^3 \text{O}^8 \text{P}^2 \text{O}^5$ (Penfield). Elle contient toujours, ce qui en fait sa valeur au point de vue qui nous occupe, des quantités variables d'oxyde de thorium, qui peut y exister sous forme de silicate, comme dans la *thorite* ou l'*orangite*, ou sous forme de phosphate, formant un sel double avec le phosphate de cérium, ou bien comme mélange isomorphe.

La monazite contient un peu de zircone, d'alumine, de magnésie, de chaux, d'oxydes de fer, de manganèse, d'étain et de plomb, ainsi que de petites quantités d'acide titanique et de fluor.

Elle cristallise en prismes clinorhombiques, translucides ou transparents, d'une couleur jaune miel, jaune rougeâtre, brunâtre ou verdâtre, à reflet faiblement résineux.

Les fragments brunâtres ou verdâtres sont, paraît-il, plus riches en oxyde de thorium.

Ce minéral qui était encore, il y a trois ans, considéré comme extrêmement rare, est devenu relativement commun, grâce à la découverte de gisements de sables monazités tellement puissants, que l'industrie de l'éclairage à incandescence par le gaz sera vraisemblablement disparue, avant qu'elle n'en ait appliqué la millième partie à son usage.

La monazite a été trouvée en grande quantité aux États-Unis, au Canada et au Brésil. Elle a été signalée en Angleterre dans les Cornouailles. On l'a rencontrée en Suède, à Holma, à Kararfvét et à Johannisberg, en Norvège, à Arendal, à Hitteroë, à Notero et à Midbo, en Russie dans les monts Ilmen et dans les placers de

la rivière Sanarka. On en a trouvé en France, au Puy, près Saint-Christophe. Enfin, on vient dernièrement d'en découvrir dans une mine de Ryfylke (Norvège).

Dans chacun de ces gisements, la monazite est un des constituants secondaires des roches éruptives, granites et gneiss. On l'a trouvée dans un grand nombre de roches semblables et une étude plus complète révélera sûrement, dans quelques années, que toutes les roches granitoïdes de la période primitive en contiennent en quantités plus ou moins grandes.

Tous les gisements les plus importants, États-Unis, Brésil, Sibérie, etc., proviennent ainsi de la désagrégation de roches primitives, sous l'influence des intempéries, de phénomènes d'érosion, etc., et se trouvent, en général, localisés dans les lits ou à la source de petites rivières, ou au bord de la mer.

La monazite, provenant de la destruction de ces roches, se trouve mélangée à un certain nombre d'autres minéraux lesquels forment avec elle ce que l'on nomme commercialement les *sables monazités*.

Les principaux de ces minéraux sont : le *zircon*, que l'on y rencontre constamment et en plus grande quantité que la monazite ; viennent ensuite la *xénotime*, la *fergusonite*, le *sphène*, le *rutile*, le *grenat*, la *brookite*, l'*ilménite*, l'*apatite*, la *magnétite*, quelquefois le *corindon*, la *colombite*, la *samarските*, la *gadolinite*, l'*orthite*, etc.

Les gisements de sables monazités les plus importants actuellement connus peuvent se diviser en deux grands groupes :

- 1° Gisements des États-Unis et du Canada ;
- 2° Gisements du Brésil, des États-Unis de Colombie et de la République Argentine.

PRINCIPAUX GISEMENTS DE SABLES MONAZITÉS.

GISEMENTS DES ÉTATS-UNIS ET DU CANADA

Carolines du Nord et du Sud. — La surface occupée par les gisements est de 1,600 milles carrés s'étendant sur les comtés de Burke, de Mac-Dowell, de Rutherford, de Cleveland et de Polk (Caroline du Nord); dans la partie septentrionale du comté de Spartanburg (Caroline du Sud); et dans le comté d'Amelia (Virginie).

Les principaux dépôts de cette région se trouvent dans les ruisseaux de Silver, South Muddy et North Muddy et dans la rivière Catawba (comtés de Mac Dowell et de Burke), dans Second Broad River (comtés de Mac Dowell et de Rutherford), First Broad River (comtés de Rutherford, de Cleveland et de Spartanburg).

Toutes ces rivières ont leur source dans les Montagnes du Sud, contreforts détachés des Montagnes Bleues.

La roche est composée de granite, biotite, gneiss, diorite, hornblende; coupée presque à angles droits par un système parallèle de petites veines quartzeuses aurifères (Nitze).

La plupart des dépôts de cette région avaient été exploités comme placers d'or.

Ce fut en 1879 que, pour la première fois, furent reconnues, par M. W. Hidden, des quantités exploitables de monazite. On la trouve, en général, à la source des petites rivières énumérées ci-dessus, mélangée au gravier et au sable.

L'épaisseur de ces dépôts de sables monazités de rivières est de 30 à 60 centimètres, tandis que la largeur de ces ruisseaux est souvent de 3^m,60.

La teneur en monazite du sable brut est extrêmement variable, elle peut osciller de quantités infiniment petites, à 1 et 2 pour 100. Comme de juste, les dépôts sont plus riches, à la source de ces ruisselets; les minéraux les plus denses et en particulier la monazite s'y étant concentrés.

Nous empruntons les détails qui suivent à un travail de M. H. Nitze sur les sables monazités.

Extraction et enrichissement de la monazite. — La monazite est extraite par lavage du sable et du gravier, dans des *sluices*, exactement de la même manière dont on procède dans les placers d'or. Les sluices ont environ 2^m,40 de longueur sur 0^m,50 de largeur et 0^m,50 de profondeur.

Deux hommes alimentent le sluice, l'un chargeant le sable sur une plaque perforée fixée à l'extrémité supérieure de l'appareil, l'autre remuant le sable à l'intérieur, soit avec une fourche, soit avec une pelle perforée, afin d'éliminer les sables les moins denses. Ces appareils sont nettoyés à la fin de chaque journée de travail, la monazite lavée et concentrée étant recueillie et séchée.

Si le sable obtenu contient du fer magnétique, on l'enlève à l'aide d'un aimant de grande taille. La plupart des minéraux denses ne peuvent pas être éliminés; il reste donc toujours du zircon, du rutile, de la brookite, du corindon, du grenat, etc.

Le sable monazité commercial ainsi préparé n'est donc pas de la monazite pure, mais un mélange de minéraux, dans lequel cette dernière prédomine.

Un sable contenant de 65 à 70 pour 100 de monazite est considéré comme de bonne qualité.

Un bon rendement journalier oscille entre 18 et 32 kilogrammes de sable monazité par sluice.

Peu d'entreprises minières régulières existent dans cette région, et, en général, chaque propriétaire exploite son propre dépôt de monazite et vend son produit aux acheteurs locaux. Souvent même il l'échange contre des produits du pays.

Actuellement, la monazite des lits de rivière a été exploitée, à quelques exceptions près, presque entièrement, et les travaux se dirigent surtout vers les dépôts de graviers des vallons adjacents.

Ces dépôts sont exploités par petits puits foncés d'environ 75 centimètres carrés de superficie, qui permettent d'extraire le sable et de l'amener dans un sluice placé à l'ouverture du puits.

La couche supérieure est ordinairement rejetée, à part le cas où elle contiendrait un peu de sable monazité.

Les puits sont disposés en lignes parallèles, d'une manière semblable à ceux des placers aurifères.

A la mine Blanton et Lattimore, sur le ruisseau d'Hickory à 2 milles N.-E. de Shelby (comté de Cleveland), le dépôt a de 90 à 120 mètres de largeur et a été exploité en partie à une distance d'un quart de mille, le long de la rivière. La couche supérieure a une épaisseur de 0^m,90 à 1 mètre et la couche de sable monazité de 30 à 90 centimètres.

Dans le comté de Spartanburg (Caroline du Sud), l'extraction et l'enrichissement par lavage et dépôt sont conduits d'une manière beaucoup plus parfaite et quoique le sable brut contienne une proportion plus grande de grenat, de rutile, de fer titané, etc., le produit commercial est obtenu beaucoup plus économiquement, sous forme de sables monazités de différents titres.

Deux sluices sont employés pour le lavage, l'un placé

au-dessous de l'autre. Le sable est chargé sur une plaque perforée placée à la partie supérieure du premier sluice. On obtient ainsi un sable extrêmement pur, contenant souvent jusqu'à 85 pour 100 de monazite.

Le résidu de ce lavage (parties légères) est déchargé directement dans le canal inférieur, où il est lavé de nouveau, ce qui donne un sable de second titre.

Les sables sont quelquefois traités à l'aide de machines semblables à celles employées à séparer la menue paille du blé. On sépare ainsi encore du sable noir, du quartz et de la monazite, en très petits fragments, ce qui constitue les *tailings*.

Il est aussi impossible de laver ces sables sans perte de monazite que d'en séparer parfaitement et complètement les grenats, rutilés, fer titané, etc., que l'on retrouve toujours même dans les meilleurs échantillons.

Si le gravier monazité contient de l'or, ce dernier se retrouvera avec la monazite, et ce fait n'est pas rare, car dans beaucoup de placers aurifères, la monazite a été longtemps rejetée comme résidu du lavage des alluvions et des sables aurifères. Comme la monazite ne constitue qu'une partie extrêmement minime de la roche mère, il n'est ordinairement pas pratique de traiter cette dernière directement.

Cependant quelques exploitations à flanc de coteau ont été traitées, entre autres à la mine Pfeifer, dans le comté de Cleveland, à 2 milles N.-E. de Shelby. La roche est un mica grossier (muscovite et biotite) et les cristaux de monazite disséminés peuvent être vus distinctement à la loupe. Elle est très peu altérée et est encore très dure. Le sol et le sous-sol sont exploités pour monazite sur une profondeur de 1^m,20 à 1^m,80. Le

gravier est chargé sur des brouettes et amené jusqu'aux sluices. De toutes façons, comme le dit M. Nitze, lorsque la roche contient de l'or, la monazite constituera un sous-produit de grande valeur.

La monazite se trouve donc localisée dans l'ouest de la Caroline du Nord où les sables les plus riches en oxyde de thorium proviennent des comtés de Burke et de Cleveland (Brindletown), de Gum Branch (comté de Mac Dowell) et des environs de Bellewood et de Carpenter's Knob (comté de Cleveland).

Gisements de l'Idaho. — On a découvert l'année dernière, dans le bassin de l'Idaho, à 30 milles N.-N.-E. de Boise-City, des quantités considérables de monazite, qui forment aussi, dans ce gisement, un des constituants originels du bassin granitique de l'Idaho.

Certains échantillons des sables des lacs, près d'Idaho-City ont donné, après lavage, un sable monazité, contenant jusqu'à 70 pour 100 de monazite mélangée à du zircon, de l'ilménite, etc.

Les lavages d'alluvions aurifères de Wolf-Creek, près de Placerville, ont donné aussi de grandes quantités de monazite mélangées à du rutile, du grenat, etc.

Gisements du Canada. — La monazite a été découverte et exploitée au Canada, à la mine de Villeneuve, dans le comté d'Ottawa, mélangée à du mica, du grenat, de la tourmaline, etc.

GISEMENTS DU BRÉSIL, DE LA COLOMBIE ET DE LA RÉPUBLIQUE ARGENTINE.

Des gisements importants de sables monazités se trouvent dans plusieurs provinces du Brésil où ils furent

signalés par M. Gorceix, directeur de l'école des Mines de Ouro-Preto.

Dans la province de Bahia à Salabra et à Caravellas; à Diamantina, province de Minas-Geraes, dans les provinces de Goyaz, de Cuyaba, de Sao Paulo, de Rio de Janeiro. Les dépôts brésiliens les plus considérables se trouvent dans la province de Bahia, sous forme de bancs de sable, au bord de la mer, en particulier à l'extrémité sud de cette province, près de l'île d'Alcobaca. La destruction continue des roches par les vagues de la mer a amené un enrichissement progressif et l'on trouve ainsi des sables à densité moyenne assez élevée contenant une notable proportion de monazite. Le sable est chargé directement sur les navires, ce qui permet de l'obtenir à un prix relativement très bas, la main-d'œuvre ne correspondant qu'au chargement sur bateau. Ce sable monazité contient en moyenne 4 à 5 pour 100 d'oxyde de thorium. Il alimente actuellement presque exclusivement le marché européen.

Les autres gisements brésiliens ont été trouvés dans les placers d'or et de diamants, de la province de Minas Geraes, de Cuyaba et de Goyaz. La monazite s'y présente sous forme de nodules massifs, colorés et tachetés de particules jaunes et brillantes d'orangite.

La monazite a été rencontrée dans les placers d'or du Rio-Chico, à Antioquia, dans les États-Unis de Colombie. Elle a été signalée dans les sables de rivière de Buenos-Ayres (République Argentine).

Comme nous l'avons vu par ce qui précède, la monazite est associée dans beaucoup de localités avec l'or. Le tableau suivant donne la composition de certains échantillons de monazite et de sables monazités extraits de divers gisements.

TABLEAU V

PROVENANCES	ÉCHANTILLONS DE MONAZITE						SABLES MONAZITÉS		
	FORMULES	MONTS ILMEN	ANTIOQUIA Nouvelle Grenade	CARAVAYLAS Héssil	COMTÉ DE BURKE Caroline du Nord	COMTÉ D'OTTAWA Canada	COMTÉ DE BURKE	SHELBY Caroline du Nord	BELLEWOOD Caroline du Nord
Anhydride phosphorique. P_2O_5	27,32	19,13	29,10	28,70	29,28	26,12	18,38	28,16	26,05
Oxyde de cérium. Ce_2O_3	31,31	22,88	46,14	31,30	31,38	29,89	32,93 (CaO)	—	—
— de lanthane. La_2O_3	31,86	14,69	24,50	39,90	30,88	26,66	7,93	63,80	59,09
— de didyyme. Di_2O_3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— d'yttrium. Y_2O_3	0,52	1,71	—	—	—	—	—	—	—
— de thorium. ThO_2	5,55	16,64	—	—	6,49	14,23	1,43	2,32	1,19
Silice. SiO_2	1,37	9,67	—	—	1,40	2,85	6,40	3,20	1,45
Alumine. Al_2O_3	0,13	2,90	—	—	—	—	1,62	—	0,15
Sesquioxyde de fer. Fe_2O_3	0,26	—	—	—	—	—	—	—	—
Protoxyde de fer. FeO	—	3,56	—	—	—	—	7,83	Traces	0,65
— de manganèse. MnO	—	4,89	—	—	—	—	—	—	—
Chaux. CaO	0,55	1,25	—	—	—	—	1,20	—	—
Magnésie. MgO	—	0,40	—	—	—	—	—	—	—
Oxyde de zirconium. ZrO_2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— d'étain. SnO_2	0,95	—	—	—	—	—	13,98 (+ Y_2O_3)	1,52 (+ Y_2O_3)	2,68 (+ Y_2O_3)
— de plomb. PbO	—	—	—	—	—	—	Traces	—	—
Fluor. F	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Acide tantalique. Ta_2O_5	—	—	—	—	—	—	0,66	—	6,39
— titanique. TiO_2	—	—	—	—	—	—	4,67	0,61	1,40
Eau. H_2O	0,41	0,71	—	—	0,20	0,67	—	—	—

Le tableau suivant donne la quantité d'oxyde de thorium contenu dans un certain nombre d'échantillons de la Caroline du Nord, analysés par M. Charles Baskerville.

Ces analyses ont été exécutées sur le sable monazite commercial, contenant environ 67 pour 100 de monazite, le reste étant composé de quartz, grenat, zircon et autres minéraux.

TABLEAU XI

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Oxyde de thorium.	ThO ²	0,175	0,225	2,15	2,25	0,40	6,54	10,25	0,29	2,48
		10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oxyde de thorium.	ThO ²	0,26	1,27	6,30	5,19	5,87	6,26	1,75	1,93	3,40

- | | |
|---|----------------------|
| 1. Bennet's Mill. Silver Creek. | Comté de Burke. |
| 2. Northeast Side. Brindle Ridge. | — |
| 3. White. Bank gold mine. | — |
| 4. Hall's Creek. at Morganton Road crossing. | — |
| 5. Bailey's Creek, à 3 milles S.-E. de Glan Alpine Station. | — |
| 6. Linebacher place. Silver Creek. | — |
| 7. Mac Lewrath place. Silver Creek. | — |
| 8. East Fork of Satterfield Creek. | — |
| 9. Mac Lewrath Branch. | Comté de Mac Dowell. |
| 10. Bracket town. South Muddy Creek. | — |
| 11. Long Branch. | — |
| 12. Alexander Branch. | — |
| 13. Daniel Peeler's Farm, near Bellewood. | Comté de Cleveland. |
| 14. Proctor's Farm, near Bellewood. | — |
| 15. Wade Mac Curd's Farm, Carpenter's Knob | — |
| 16. Tailings du n ^o 15. | — |
| 17. Henrietta. Comté de Rutherford. | |
| 18. Fallston. Comté de Cleveland. | |

Xénotime. — Phosphate d'Yttria (PO⁴)³Y³. — Ce minéral contient environ 7,98 pour 100 d'oxyde de cérium. Il est soluble dans les acides et infusible au chalumeau, difficilement soluble dans le sel de phosphore. Humecté

d'acide sulfurique colore la flamme en bleu verdâtre. Se trouve dans un granit à Hitteroë, à Ytterby (Suède), sous forme de petits cristaux, à éclat résineux, d'une couleur brune ou jaunâtre. Il accompagne la monazite dans les environs de Diamantina (Brésil) où il a été découvert en assez grande quantité par M. Gorceix, directeur de l'Ecole des Mines de Ouro-Preto. Ce minéral forme une portion notable du lavage des graviers diamantifères auprès du bourg de Dattas à 30 kilomètres sud, de Diamantina. On en a trouvé aussi à Saô Joao da Chapada, affleurant les couches de schistes et de quartzites micacés.

TABLEAU XII
Analyses de la xénotime de Dattas.

PROVENANCES	1	2	3
Acide phosphorique.	36,54	35,90	35,60
Oxydes d'yttrium et d'erbium.	63,75	64,10	62,60
Résidu.	0,40	0,60	0,86

Zircon. — Le zircon qui se trouve toujours associé à la monazite, à la xénotime, etc., est un silicate de zirconium et a pour formule ZrO^2SiO^4 . Il cristallise en prismes quadratiques plus ou moins développés et offre un grand nombre de modifications. Quelquefois il se rapproche du type rhomboïdal. Werner nommait *hyacinthe* cette dernière variété, tandis que le nom de *zircon* était conservé à la forme prismatique. C'est aussi à cette dernière forme que les lapidaires, depuis de longues années, donnaient le nom de *jargon de Ceylan*, du nom de cette île, qui fournissait alors les plus beaux échantillons de zircon destinés à la joaillerie.

Comme la monazite, le zircon cristallise dans les roches primitives, granite, syénite, biotite, etc. Il possède

un vif éclat, il est transparent ou translucide, coloré en jaune, gris, brun, rouge hyacinthe, quelquefois incolore, il est alors appliqué à la bijouterie et à la joaillerie.

Le zircon est extrêmement répandu dans la nature et ses gisements les plus anciennement connus sont ceux de l'île de Ceylan, de Friedrichwärm, en Norvège, dans la province de Christiania. On en trouve d'assez beaux échantillons dans les sables gemmifères à Espally (Haute-Loire). Il se rencontre aussi à Miask (Oural) et dans les schistes talqueux à Pfitsch (Tyrol).

Des gisements beaucoup plus importants ont été découverts plus récemment :

- 1° Dans la Caroline du Nord ;
- 2° Dans le Texas ;
- 3° En Nouvelle Zélande.

Le tableau suivant donne la composition de zircons de divers gisements.

TABLEAU XIII

PROVENANCES	FOR- MULES	TASMANIE	CEYLAN	NORVÈGE	EL. PASO COLORADO
Silice.	SiO ²	33,50	33,85	33,61	29,70
Oxyde de Zirconium	ZrO ²	63,80	64,25	64,40	60,98
Protoxyde de fer. . .	FeO	2,07	1,08	0 90	9,20
Magnésie.	MgO	0,12	»	»	0,30
		99,49	99,18	98,91	100,18

Les manchons commerciaux Auer sont composés actuellement de 99 pour 100 d'oxyde de thorium et 1 à 1,25 pour 100 d'oxyde de cérium. Quelques sociétés ont employé d'autres oxydes, tels qu'un mélange d'alumine et d'oxyde de chrome (procédé Ludwig Haitinger); un mélange de magnésie, de silice et d'alcalis (procédé Böhm et Crawford), un mélange d'oxyde de

thorium et d'oxyde d'uranium (procédé Møller) exploité à l'usine de l'Incandescent Gas Light C^o; l'oxyde de lutécium (procédé Barrière). Quelques-uns ont essayé un mélange d'oxyde de zinc et d'oxyde de chrome (procédé Clavenad), d'autres des mélanges de sels d'aluminium, de magnésium, de glucinium, additionnés d'acide borique, de silice, etc.

Mais, à notre connaissance, les principaux oxydes employés actuellement dans la fabrication des manchons sont les oxydes rares, de thorium, de cérium, d'uranium, de lanthane et de zirconium et les oxydes de chrome, d'aluminium, de magnésium, etc.

TRAITEMENT DE LA THORITE

La thorite qui provient, comme nous l'avons vu, en presque totalité de Norvège, est un silicate hydraté de thorium.

Elle se présente commercialement sous forme de fragments bruns plus ou moins cristallisés, mélangés ou recouverts de sa variété orangée (orangite), dont la teneur en oxyde de thorium est plus élevée.

Procédé H. Moissan et Etard. — Le minerai pulvérisé est traité par l'acide chlorhydrique bouillant. La solution des chlorures est précipitée par l'acide oxalique; la thoriane et les Terres rares se déposent dans la solution acide. On lave pour entraîner le fer, le calcium et le magnésium. Le mélange de ces oxalates est traité par une solution saturée d'oxalate d'ammoniaque qui dissout l'oxalate de thorium sans toucher aux Terres rares proprement dites. Le liquide filtré, puis traité par l'acide azotique, laisse déposer l'oxalate de thorium. On répète cette dissolution et cette précipitation jusqu'à ce que la terre soit absolument pure.

L'oxalate de thorium obtenu est filtré, lavé, calciné et fournit un oxyde de thorium absolument blanc, donnant un manchon ne fournissant qu'une lumière blafarde, sans éclat et de couleur lilas.

Procédé Nilson. — Le minéral pulvérisé est décomposé par de l'acide chlorhydrique et évaporé à siccité. Le résidu est repris par de l'eau acidulée, puis filtré. Le plomb et l'étain sont séparés à l'aide d'un courant d'hydrogène sulfuré. On filtre et on précipite la solution par l'ammoniaque. Le précipité est lavé, puis redissous par l'acide chlorhydrique.

La thorine est ensuite précipitée sous forme d'oxalate par l'acide oxalique. On filtre, puis on sèche et on calcine l'oxalate.

L'oxyde impur est traité par l'acide sulfurique, on chasse l'excès d'acide. Le sulfate anhydre pulvérisé est projeté par petites portions dans de l'eau glacée. On filtre la solution, puis on la chauffe, et on obtient le sulfate de thorium cotonneux, presque pur. On peut le calciner et répéter le traitement précédent plusieurs fois.

Procédé Chydénus. — La thorine et les bases du groupe cérique peuvent être précipitées sous forme de sulfates doubles par une solution saturée de sulfate de potasse.

On filtre et on décompose les sels doubles par de la soude caustique. Les hydrates obtenus sont redissous dans l'acide chlorhydrique ; puis la solution étendue et neutralisée est précipitée par l'hyposulfite de soude à l'ébullition. La thorine se précipite et les oxydes du groupe cérique restent dissous. Le précipité est redissous dans l'acide chlorhydrique, précipité sous forme d'oxalate qui permet d'obtenir l'oxyde par calcination.

Ce procédé ne permet de précipiter que 85 pour 100 de la thorine.

Dans le traitement industriel de la thorite, on emploie surtout le procédé consistant à attaquer le minéral, soigneusement pulvérisé par son poids d'acide sulfurique concentré. Pendant l'addition de l'acide, il faut avoir soin de remuer continuellement le mélange. On chauffe légèrement pour favoriser la réaction, puis on évapore sur des bains de sable convenablement disposés, jusqu'à disparition des fumées blanches d'acide sulfurique anhydre. La masse refroidie est ensuite projetée par petites portions dans de l'eau, maintenue à 0° par de la glace. Ce point est extrêmement important, car sans cela la dissolution des sulfates des oxydes rares serait incomplète.

On emploie environ 30 à 35 litres d'eau par kilogramme de thorite mise en œuvre.

Tous les sulfates d'oxydes rares se dissolvent donc si l'attaque a été bien conduite, et il n'y a comme résidu que de la silice.

On filtre rapidement la solution obtenue, puis on la traite par un courant d'hydrogène sulfuré, tout en la maintenant très froide.

On filtre à nouveau pour séparer les sulfates des métaux des 5^e et 6^e groupes.

On chauffe ensuite la solution obtenue au bain-marie à 45-50°. Le sulfate de thorium, dont la solubilité est plus faible à chaud qu'à froid, se précipite sous forme de flocons ayant l'aspect du coton, d'où son nom de *sulfate cotonneux*. Ce sulfate est redissous dans l'eau glacée, puis reprécipité jusqu'à obtention d'un sulfate dont la solution n'offre aucune bande d'absorption due au didyme ou aux métaux du groupe erbique.

Pour obtenir l'oxyde de thorium, on peut calciner le sulfate de thorium cotonneux, mais il vaut mieux le dissoudre, puis le précipiter par l'acide oxalique pur.

Le précipité d'oxalate de thorium obtenu est filtré, lavé soigneusement, desséché et calciné.

On obtient ainsi un oxyde de thorium sensiblement pur et se dissolvant facilement dans les acides, même étendus.

Le nitrate de thorium s'obtient en dissolvant l'oxyde de thorium dans l'acide nitrique et évaporant.

TRAITEMENT DE LA CÉRITE ET DE L'ORTHITE.

Ces minerais, qui sont la source principale des oxydes de cérium et de lanthane, bien qu'actuellement une assez vive concurrence leur soit faite par les sables monazités, qui contiennent une notable proportion de ces oxydes, sont attaqués de la même manière que la thorite.

Le minerai pulvérisé est traité par une quantité suffisante d'acide sulfurique concentré et l'excès de ce dernier est chassé par la chaleur.

Les sulfates obtenus sont dissous dans l'eau glacée, la solution est filtrée, puis précipitée par l'acide oxalique, à chaud.

Les oxalates sont filtrés et transformés en oxydes par la calcination.

A ce moment interviennent un certain nombre de méthodes permettant de séparer les divers oxydes les uns d'avec les autres.

La séparation de l'oxyde de cérium peut se faire par les méthodes de Mosander, de Debray, de Schützenberger, de Wyruboff et Verneuil, etc.; celle du lanthane, par les méthodes de Marignac, de Crookes,

d'Auer, etc., et enfin le dédoublement de l'ancien didyme en néodyme et en praséodyme, peut s'opérer par les méthodes d'Auer de Welsbach, de Crookes, de Dennis, d'Urbain, etc.

La séparation du lanthane d'avec le néodyme et le praséodyme est extrêmement difficile, sinon presque impossible.

Les détails d'opération de ces diverses séparations étant extrêmement longs, nous renverrons le lecteur que cela intéresserait à notre ouvrage sur les « Terres rares », dans lequel il trouvera les renseignements nécessaires.

TRAITEMENT DES SABLES MONAZITÉS.

Les sables monazités qui constituent actuellement la principale matière première de l'industrie des oxydes rares sont consommés en grande partie dans les usines Auer à Atzgersdorf, près Vienne, et à Gloucester-City, aux États-Unis.

Les méthodes employées par les fabricants sont la plupart tenues secrètes. Elles sont en général basées sur la solubilité de l'oxalate de thorium dans une solution bouillante d'oxalate d'ammoniaque.

L'oxalate de thorium est exporté des États-Unis en Europe en assez grande quantité, et sert de base à la préparation du nitrate.

Industriellement, les sables monazités sont attaqués après parfaite pulvérisation par l'acide sulfurique. Ce dernier est ensuite chassé et la masse, reprise par l'eau glacée, est traitée par un des modes opératoires usités ordinairement dans les laboratoires pour le fractionnement et l'obtention des oxydes rares contenus dans de semblables minéraux.

TRAITEMENT DU ZIRCON.

Méthode de Marignac. — Le minerai pulvérisé est traité par l'acide chlorhydrique, pour le débarrasser du fer, provenant de la pulvérisation. On le mélange ensuite avec trois à quatre fois son poids de fluorhydrate de fluorure de potassium. On chauffe jusqu'à fusion, puis la masse se concrète et devient sèche et dure. Cette masse pulvérisée après refroidissement est portée au rouge, elle devient alors fluide et peut être coulée. Après refroidissement on pulvérise et on traite par l'eau chaude qui dissout le fluozirconate de potassium.

Par le refroidissement, ce sel cristallise et on le purifie par recristallisations. Le fluozirconate est ensuite traité par l'acide sulfurique, et le sulfate obtenu est transformé en oxyde de zirconium par calcination.

Méthode Weibxll. — Un mélange de zircon pulvérisé (2 parties) et de carbonate de soude (4 parties) est introduit dans un creuset réfractaire enduit intérieurement de charbon de cornue et d'amidon. On chauffe au blanc pendant une heure. On casse ensuite le creuset et on traite son contenu pulvérisé par l'eau, le silicate de soude se dissout et il reste un dépôt blanc de zirconate de soude. Le résidu est lavé à l'eau bouillante, puis on le chauffe, avec un mélange à parties égales d'acide sulfurique et d'eau. La solution est étendue d'eau, puis précipitée par l'ammoniaque à l'ébullition. L'hydrate de thorium obtenu est redissous dans l'acide chlorhydrique et la solution est précipitée à l'ébullition par l'hypo-sulfite de soude, jusqu'à cessation de dégagement d'acide sulfureux. Le précipité est lavé, redissous dans l'acide chlorhydrique, puis la solution est reprécipitée par l'ammoniaque. L'hydrate obtenu est lavé, séché, puis calciné pour donner l'oxyde de zirconium pur.

EXTRACTION DES OXYDES DE THORIUM ET DE ZIRCONIUM
DES RÉSIDUS DE FABRICATION ET DES DÉBRIS DE MAN-
CHONS A INCANDESCENCE.

Les débris de manchons à incandescence sont actuellement traités en vue de la récupération des oxydes rares qu'ils contiennent, MM. Julien Mai et Jannasch fondent les débris des manchons avec 10 fois leur poids de bisulfate de soude. On reprend ensuite par l'eau et on ajoute une solution concentrée et chaude d'oxalate d'ammoniaque, en excès ; pour dissoudre les oxalates de thorium et de zirconium, tandis que les oxalates de cérium, lanthane, didyme, erbium, ytterbium, etc., restent insolubles. On filtre à froid. La liqueur filtrée et chauffée est traitée par l'acide chlorhydrique. Elle est concentrée et, à l'ébullition, dépose l'oxalate de thorium, tandis que l'oxalate de zirconium reste dissous. On maintient quelques heures au bain-marie, on laisse refroidir et on recueille l'oxalate de thorium.

L'eau mère est évaporée à sec avec un léger excès d'acide sulfurique. On chauffe jusqu'à destruction complète d'acide oxalique. Le résidu de sulfate est versé dans l'eau froide et la liqueur filtrée, traitée par l'ammoniacque, donne un précipité de zircone.

Produits commerciaux.

CARACTÈRES ET ANALYSES DE LA THORITE.

La thorite, dont nous avons donné plus haut les caractères, contient en moyenne 50 à 58 pour 100 d'oxyde de thorium (ThO^2). Sa variété orangée l'*orangite* pouvant atteindre jusqu'à 70 à 73 pour 100 d'oxyde de thorium.

L'analyse de la thorite se fait de la manière suivante : le minerai est porphyrisé soigneusement, puis est attaqué

par un excès d'acide sulfurique concentré. On chauffe jusqu'à disparition complète des fumées blanches, c'est-à-dire jusqu'à élimination totale de l'acide sulfurique. On laisse refroidir et on projette la masse des sulfates dans de l'eau glacée. On filtre, la silice reste insoluble. Si une portion du minerai reste inattaquée, on calcine le résidu et on répète l'attaque à l'acide sulfurique sur le produit de la calcination.

La solution est précipitée par l'hydrogène sulfuré, puis on filtre pour séparer les sulfures insolubles. On fait bouillir et on ajoute un excès de solution bouillante d'oxalate d'ammoniaque. On laisse refroidir pendant une nuit. La thorine et les oxydes du groupe cérique sont précipités avec la chaux. On filtre, on calcine les oxalates et on redissout les oxydes dans l'acide sulfurique. La solution est précipitée par l'ammoniaque. On élimine ainsi la chaux. On filtre et le filtrat est précipité par l'acide oxalique. Les oxalates sont redissous dans l'acide sulfurique et la solution neutralisée est additionnée de sulfate de sodium à saturation et laissée en repos pendant 24 heures. On filtre les sulfates doubles du groupe cérique. L'oxyde de thorium est précipité dans la solution par l'ammoniaque.

L'oxyde de thorium peut aussi être dosé par l'azoture de potassium.

CARACTÈRES ET ANALYSE DES SABLES MONAZITÉS.

Les caractères des sables monazités ont été décrits plus haut, les sables les plus riches en monazite sont d'un jaune brun ou d'un jaune miel.

Un grand nombre de méthodes d'analyse ont déjà été proposées. Nous citerons parmi les plus connues, les méthodes de Schützeberger et Boudouard, Glaser, Drossbach, Dennis, etc.

L'analyse industrielle porte particulièrement sur le dosage du thorium, qui au point de vue de l'industrie de l'incandescence est l'élément intéressant.

ESSAI DES SABLES MONAZITÉS.

Méthodes Drossbach. — M. Drossbach propose la méthode suivante : le sable porphyrisé est chauffé dans un creuset de platine avec 3 fois son poids de carbonate de soude jusqu'à fusion tranquille. La masse refroidie est reprise par l'eau et dans la solution aqueuse on sépare le silice, au moyen d'acide chlorhydrique, et d'évaporations à siccité. Le résidu est repris par l'acide sulfurique concentré, et les sulfates sont dissous dans l'eau glacée. On ajoute un excès d'acide oxalique, on filtre les oxalates, on les lave, puis on sèche et on calcine. Les cristaux des sables monazités renferment environ 69 à 70 pour 100 d'oxydes métalliques. La teneur du minéral en monazite s'obtient en multipliant par 1,42 le poids des oxydes calcinés.

La solution débarrassée des oxalates est traitée par l'ammoniaque et le précipité obtenu est compté comme « oxydes étrangers ». On trouve en général 102 à 103 comme pourcentage, ce qui est dû en partie à la transformation du sesquioxyde de cérium Ce^2O^3 en bioxyde CeO^2 . La précipitation complète du didyme exige que la solution ne soit pas trop fortement acide et surtout ne renferme pas d'acide nitrique.

ANALYSE DES SABLES MONAZITÉS.

L'analyse complète des sables monazités, d'après M. Drossbach, se fait de la façon suivante : on opère

comme il a été indiqué plus haut et l'on analyse le précipité d'oxydes cériques.

Pour y doser la thörine, on pétrit le mélange des Terres rares avec du noir de fumée et une substance agglomérante (farine ou colophane). On façonne des boulettes, que l'on dessèche soigneusement et que l'on chauffe dans un courant de chlore.

Le tétrachlorure de thörium distille, tandis que les métaux du groupe cérique restent dans le tube, sous forme de chlorures peu volatils. On opère sur 20 à 50 grammes de sables monazités.

Le chlorure de thörium est dissous dans de l'eau additionnée d'acide chlorhydrique, la solution est neutralisée, puis précipitée par la méthode Lecoq de Boisbaudran, en faisant bouillir la liqueur en présence d'hydrate d'oxydure de cuivre. Le précipité est filtré, lavé et redissous. La solution filtrée est traitée par l'hydrogène sulfuré, puis précipitée par l'acide oxalique. On filtre l'oxalate de thörium, que l'on transforme en oxyde par la calcination. Il doit être absolument blanc.

Si l'on veut doser les autres Terres rares, la solution débarrassée du thörium est précipitée par l'acide oxalique.

Méthode Glaser. — Le minéral doit être parfaitement porphyrisé. La dissolution a lieu ensuite, soit par chauffage prolongé avec de l'acide sulfurique concentré, soit par fusion au bisulfate de potassium. Dans ce dernier cas, la masse refroidie est chauffée avec assez d'acide sulfurique pour pouvoir s'écouler du creuset après refroidissement. La première méthode est plus longue que la seconde mais a l'avantage de ne pas introduire de sels de potasse. Seules les parties insolubles dans l'acide sulfurique sont traitées par le bisulfate. Pour

le dosage de la silice, le traitement par l'acide sulfurique est préférable. Le résidu de l'attaque est versé lentement dans de l'eau glacée, qui dissout la masse, excepté la silice, l'acide tantalique avec des traces d'acide titanique, de thorine et de zircon.

Le résidu après filtration est calciné et pesé. La silice est éliminée par des traitements répétés à l'acide fluorhydrique. Le résidu est humecté d'acide sulfurique, afin de convertir les fluorures en sulfates, puis calciné à haute température, pour ramener le tout à l'état d'oxydes. La silice est ainsi dosée par perte de poids.

Le résidu d'acide tantalique et des traces d'oxydes est repris par l'acide sulfurique et l'acide fluorhydrique. L'acide tantalique reste insoluble et peut être pesé. La partie dissoute est ajoutée à la solution principale. Cette dernière est alors traitée par l'hydrogène sulfuré d'abord à l'ébullition, puis à la température ordinaire. L'acide titanique est précipité avec les métaux du 5^e groupe. On laisse déposer et on filtre. On fait bouillir pour chasser l'acide sulfhydrique, puis on neutralise la solution par l'ammoniaque. On ajoute en outre au liquide bouillant un excès de solution bouillante d'oxalate d'ammoniaque (100 centimètres cubes de solution saturée à froid, par 2 grammes de sable monazité). On laisse refroidir pendant la nuit. La solution contient l'acide phosphorique, les oxydes de fer, de manganèse, d'aluminium, de glucinium, d'yttrium, de zirconium et de calcium. Le précipité contient la thorine et les métaux du groupe cérique.

Si l'on veut doser les métaux en solution, on rend ammoniacal; les métaux se précipitent à l'état de phosphates. On filtre et on lave. Le filtratum contient l'acide phosphorique et l'alumine. Le précipité est calciné, fondu avec un mélange de carbonate de potasse et de

soude. On épuise à l'eau chaude et on filtre. Le liquide obtenu est ajouté au filtrat précédent contenant l'acide phosphorique et l'alumine. Les oxydes et les carbonates restants sont dissous dans l'acide sulfurique et précipités par l'ammoniaque. La chaux est dosée dans le filtrat. Le filtre est incinéré et redissous dans l'acide chlorhydrique dilué. On neutralise la solution par l'ammoniaque, puis on verse lentement en agitant constamment, dans un mélange de carbonate et de sulfhydrate d'ammoniaque. Les métaux de 4^e groupe sont précipités, pendant que la zircone, l'yttria et la glucine restent en solution. On dose le fer et le manganèse par les méthodes connues. On précipite les oxydes de la solution par une ébullition d'une heure. On filtre et on redissout dans l'acide chlorhydrique. On fait bouillir, puis on refroidit et on traite par un excès de soude caustique. La zircone et l'yttria sont précipitées, tandis que la glucine reste en solution. On sépare la zircone de l'yttria, en traitant les chlorures par le sulfate de soude à saturation. La zircone se sépare par le refroidissement. L'yttria est précipitée dans la liqueur filtrée par l'ammoniaque.

La séparation des oxalates de thorium et du groupe du cérium se fait ainsi : les oxalates sont transformés en oxyde par calcination, puis convertis en sulfates. On neutralise la plus grande partie de l'acide libre par l'ammoniaque. On fait bouillir la solution et on ajoute un excès de solution d'oxalate d'ammoniaque bouillante. Après un court repos et avant refroidissement, on ajoute quelques centimètres cubes de solution d'acétate d'ammoniaque. Après refroidissement les métaux du groupe cérique sont précipités, tandis que la thorine reste dissoute. On laisse reposer une nuit.

Dans le liquide filtré la thorine est précipitée par

l'ammoniaque. La séparation du cérium, du lanthane et du didyme se fait par les méthodes connues.

Méthode O. Boudouard. — M. Boudouard opère sur 20 grammes de minerai porphyrisé, qu'il mélange à 40 grammes de carbonate de soude. On chauffe jusqu'à fusion tranquille, on reprend la masse refroidie par l'eau, jusqu'à non-alcalinité. La liqueur obtenue sert au dosage de l'acide phosphorique.

Le résidu insoluble dans l'eau est traité par la moitié de son poids d'acide sulfurique. On évapore à siccité et on reprend la masse pulvérisée par l'eau froide. Cette attaque doit être recommencée plusieurs fois.

La silice reste inattaquée. On constate sa pureté par l'acide fluorhydrique. L'auteur de cette méthode n'a jamais pu arriver à une attaque complète du minerai; il restait toujours un résidu.

La solution aqueuse des sulfates est additionnée de sulfate de sodium, et après 24 heures de contact, le précipité de sulfate double est recueilli, puis lavé avec de l'eau froide saturée de sulfate de sodium; on sépare ainsi les sulfates doubles insolubles du groupe cérique. Ces sulfates doubles sont décomposés à chaud par la soude caustique, puis les oxydes après lavages sont transformés en nitrates. Le mélange de nitrates est fondu avec 5 parties de nitrate de potassium, en ayant soin de ne pas dépasser la température de 340°. Quand le dégagement de vapeurs nitreuses a cessé, on laisse refroidir et on reprend par l'eau, le cérium est séparé sous forme de bioxyde et dans le filtrat, on précipite le lanthane et le didyme par l'ammoniaque.

Il est difficile de séparer ces deux oxydes rapidement. La fusion des nitrates à 460° permet d'obtenir

de l'oxyde de lanthane pur, mais une portion de ce dernier reste avec le sous-nitrate de didyme, obtenu avant 460°.

Les eaux mères des sulfates doubles de sodium sont précipitées. On filtre. Le filtrat contient les métaux alcalino-terreux, à part le magnésium et les alcalins.

Les oxydes précipités sont dissous dans l'eau régale. On fait bouillir, le titane se précipite sous forme d'acide métatitanique.

On neutralise la solution et on ajoute un excès d'acide oxalique qui opère la séparation des oxalates de thorium et des terres du groupe yttrique.

Le thorium est séparé sous forme de sulfate double de potassium et de thorium.

Le liquide clair contient le zirconium, le fer, l'aluminium, le glucinium, le magnésium et le titane qui a pu être incomplètement précipité.

Le zirconium et le titane sont séparés à l'état d'hypo-sulfites et le premier est séparé du second à l'aide du sulfate de potassium. Les autres métaux sont dosés et séparés par les méthodes ordinaires.

Méthode Dennis. — Cette méthode est basée sur l'action d'une solution d'azoture de potassium sur une dissolution neutre des oxydes des Terres rares.

Le mélange des Terres rares est transformé en oxalates par les méthodes ordinaires. On met ensuite ces derniers en digestion avec une solution chaude et concentrée d'oxalate d'ammoniaque. Le précipité d'oxalates est transformé en chlorures, dissous dans l'eau, puis on neutralise exactement par l'ammoniaque diluée. On ajoute alors un léger excès de solution d'azoture de potassium et on fait bouillir pendant une minute. On filtre, on lave, on calcine et on pèse l'oxyde de

thorium obtenu. Dans ces conditions, l'oxyde de thorium se précipite seul.

CARACTÈRES DE L'OXYDE DE THORIUM PUR

L'oxyde de thorium pur est absolument blanc.

Transformé en nitrate, ce dernier, disposé sur une mèche de coton, doit donner un manchon ne fournissant qu'une lumière blafarde, sans éclat et de couleur lilas. Cette réaction est une des plus caractéristiques pour la thorine pure. Les solutions d'oxyde de thorium pur, doivent précipiter intégralement par l'azoture de potassium (Dennis).

La plupart des thorines commerciales ne renferment pas plus de 80 à 85 pour 100 d'oxyde de thorium pur (ThO_2).

CARACTÈRES DU NITRATE DE THORIUM PUR

Le nitrate de thorium cristallise avec 12 molécules d'eau.

$\text{Th}(\text{AzO}_3)^4 + 12 \text{H}_2\text{O}$. Séché à 100° , il retient $4\text{H}_2\text{O}$ et renferme 47,86 d'oxyde de thorium (ThO_2). $\text{Th} = 232,4$.

Si le sel à $4\text{H}_2\text{O}$ fournit à la calcination un résidu supérieur à 47,80 pour 100 du poids primitif, il est mélangé de Terres rares à poids moléculaire plus faible que celui du thorium.

Le nitrate de thorium doit se dissoudre dans l'eau froide sans laisser aucun résidu. Sa solution évaporée à sec doit donner un résidu parfaitement blanc. S'il présente une légère coloration jaunâtre (fer ou matières organiques) il doit être rejeté. En solution aqueuse, il ne doit pas se colorer par l'acide sulfhydrique et en solution dans les carbonates alcalins, par le sulfure d'ammonium.

CARACTÈRES DU PRÉCIPITÉ DE THORIUM

Le marché américain exporte un produit nommé *précipité de thorium* renfermant 86 à 88 pour 100 d'oxyde de thorium pur (ThO_2).

Le kilogramme de précipité brut vaut 3,900 francs, ce qui correspond à 4,460 francs le kilogramme d'oxyde de thorium pur.

Pour doser l'oxyde de thorium pur dans ce produit, il suffit de le dissoudre dans l'acide sulfurique à 53° pur, puis de précipiter la solution par l'acide oxalique. L'oxalate obtenu est ensuite calciné et fournit l'oxyde de thorium.

MARCHÉ DE LA THORITE ET DES SABLES MONAZITÉS

La *thorite* dont les gisements sont presque exclusivement norvégiens valait au début de l'industrie des manchons incandescents jusqu'à 2,600 francs le kilogramme d'oxyde de thorium pur.

A mesure que le rendement des mines norvégiennes augmentait, les prix s'abaissaient à 2,000, 1,600, 800, 500, 400 francs le kilogramme.

Le prix est généralement fixé d'après le pourcentage en oxyde de thorium.

La thorite vaut actuellement 300 francs le kilogramme, titrant de 54 à 57 pour 100 d'oxyde de thorium. Il est difficile de s'en procurer plus de 20 à 25 kilogrammes à la fois.

Elle provient en presque totalité des gisements norvégiens de Langesundfjord, entre Arendal et Christiania.

La thorite est ordinairement consommée par les petits fabricants.

Les *sables monazités*, constitués par un mélange de monazite, de zircon et de rutile, sont de richesse variable en oxyde de thorium.

Ils proviennent principalement des États-Unis (Carolines du Nord et du Sud, Idaho), de la Sibérie (Miask) et principalement actuellement, des gisements brésiliens (Bahia, Goyaz, etc.). Ce sont ces derniers qui alimentent en presque totalité les grosses fabriques d'oxyde de thorium et de manchons incandescents du continent européen, à cause de leur titre supérieur en oxyde de thorium et de leur prix moins élevé.

La valeur marchande des sables monazités est variable selon la teneur en oxyde de thorium. Les sables ayant une couleur verdâtre ou jaune brunâtre sont préférés à cause de leur plus haut pourcentage en thorium.

Le prix des sables monazités de la Caroline du Nord a varié depuis 25 cents la livre anglaise, en 1887; jusqu'à 3 cents pour les titres inférieurs et 6 à 10 cents pour les teneurs élevées en 1894 et 1895.

Les sables monazités de la Caroline du Nord, contenant 70 pour 100 de monazite vraie, sont livrés dans les ports de cet État à 0 fr. 40 la livre anglaise de 453 grammes.

Le prix est majoré de 1 pour 100 pour chaque unité de monazite au-dessus de la garantie (70 pour 100) et diminué de 1 pour 100, au-dessous de la garantie.

La tonne de monazite américaine, rendue Hambourg, valait 1,169 francs au titre de 70 pour 100.

Toutes les compagnies Auer européennes achètent leurs solutions de nitrates d'oxyde à l'usine de Vienne, à raison de 125 francs le kilogramme.

Cette solution nitrique contient 280 grammes de nitrate de thorium par kilogramme. 1 kilogramme de

nitrate revient aux Compagnies de 562 fr. 50 à 625 francs, tandis que sur le marché le nitrate de thorium pur coûte encore 687 fr. 50 à 750 francs le kilogramme.

En 1887, M. Hidden a extrait dans le district de Brindletown 12 tonnes de sables monazités. Durant les années 1888 et 1889 une assez forte quantité de sables monazités fut expédiée de la Caroline du Nord à la Welsbach Light C^o à Philadelphie.

Le tableau ci-dessous représente les quantités de sables monazités extraits en 1893 et 1894.

TABLEAU XIV

1893			1894		
QUANTITÉS LIVRES	PRIX CENTS	VALEUR	QUANTITÉS LIVRES	PRIX CENTS	VALEUR
110,000	6	\$ 6.600	460,000	—	\$ 31.050
20,000	5	1,600	80,000	—	4,800
			6,855	—	343
130,000		7,600	546,855		36,193

Les quantités ci-dessus furent expédiées en partie à la Welsbach Light C^o, en partie en Europe (Allemagne et Autriche).

La production et la valeur de la monazite aux États-Unis a bien vite décru, à cause de la vive concurrence qui lui était faite par la monazite brésilienne.

La production qui en 1895 était de 862 tonnes est tombée en 1896 à 8 tonnes, valant 4,375 francs.

La préférence du marché est actuellement en faveur des sables monazités brésiliens, qui sont ordinairement plus riches en oxyde de thorium, contiennent des quantités assez notables des oxydes du groupe de l'yttrium et exigent moins de frais d'extraction.

CHAPITRE IV

Les corps incandescents.

Comme nous le disions précédemment, ces sables alimentent actuellement exclusivement le marché européen.

Le prix des sables monazités est toujours bien inférieur à celui de la thorite, à cause des frais d'extraction de l'oxyde de thorium, qui sont toujours beaucoup plus élevés dans le cas de la monazite que dans celui de la thorite.

Comme nous l'avons vu, dans les anciens procédés d'éclairage par incandescence, on employait principalement comme source d'incandescence des morceaux de différentes formes, de chaux, de magnésie ou de zircon. Les corps incandescents modernes affectent en presque totalité la forme d'un tronç de cône, de dimensions variables, constitué par un treillis d'oxydes réfractaires extrêmement léger. On leur a donné le nom de manchons. Tels sont les manchons Auer, Oberlé, Sunlight, etc.

Quelques-uns affectent la forme de brins disposés sur une tige, l'ensemble ressemblant à une plume d'oiseau, tels sont les systèmes Ladureau et Héliogène.

Les matières introduites dans les divers manchons peuvent se diviser en deux grandes classes :

1° *Les métaux et les alliages*, plus ou moins inoxydables, tels que le platine, les alliages de platine et d'iridium.

Cette classe de corps incandescents a eu relativement peu de succès, car, par suite de la formation de carbures métalliques à leur surface, le pouvoir éclairant diminuait rapidement et les métaux ou les alliages ainsi modifiés, devenant fragiles, les manchons se trouvaient rapidement hors d'usage ;

2° *Les oxydes métalliques* ou les mélanges d'oxydes réfractaires. Cette classe de corps incandescents peut se subdiviser en 3 groupes :

1° Les corps incandescents formés d'oxydes réfractaires obtenus par moulage sous forme de fibres ou de tiges. Dans ce groupe rentrent les systèmes Clamond et Fahnehjlem ;

2° Les corps incandescents obtenus par imprégnation d'un tissu de coton, à l'aide de solutions de sels d'oxydes réfractaires et calcination du tissu après dessiccation préalable ;

Ce groupe est le plus important et comprend les *manchons* incandescents proprement dits, tels que les manchons Auer, Sunlight, etc. ;

3° Les corps incandescents obtenus par traitement d'une solution de nitrocellulose, dans l'éther ou autre dissolvant neutre, additionnée d'une solution alcoolique de sels d'oxydes rares ; par la méthode du Chardonnnet pour la fabrication de la soie artificielle. La fibre obtenue est dénitrifiée, puis utilisée pour la fabrication du manchon (procédé Oberlé, de Mare, Knöfler, etc.). Nous décrirons dans les pages suivantes le mode opératoire pratique permettant de fabriquer des manchons incandes-

cents, en développant particulièrement le mode de fabrication des manchons genre Auer.

Les divers procédés permettant d'obtenir un manchon à l'aide d'autres oxydes sont calqués, à peu de choses près, sur ce mode opératoire.

On pourra ainsi fabriquer des manchons genre Sunlight, en employant un mélange de nitrate d'aluminium et du nitrate de chrome.

En général, l'emploi des nitrates est préférable à celui des chlorures et des sulfates, l'incinération se faisant beaucoup plus facilement. Un manchon, imprégné de chlorure d'aluminium, par exemple, sera beaucoup plus difficile à incinérer et il aura des tendances à se tordre sur lui-même. La forme du manchon obtenu ne sera pas régulièrement conique, et par suite, l'éclairage obtenu sera défectueux.

Les nitrates, en se décomposant, dégagent des oxydes de l'azote et de l'oxygène, ce qui active beaucoup la décomposition et l'incinération de la matière organique employée, comme support.

CORPS INCANDESCENTS A BASE DE MÉTAUX ET D'ALLIAGES MÉTALLIQUES

Nous ne nous étendrons pas sur la description de ces corps incandescents, les ayant décrits précédemment dans l'étude de différents procédés d'incandescence.

M. Langhaus a proposé d'employer des fils de platine ou d'aluminium, entourés d'un fil organique, qui serait lui-même recouvert d'une couche d'hydrate, tartrate, oxalate, ou autre combinaison insoluble des métaux terreux, puis de sécher et de calciner.

CORPS INCANDESCENTS A BASE D'OXYDES RÉFRACTAIRES

Corps incandescents obtenus par imprégnations de tissus de fibres organiques. — La fibre organique qui a été principalement employée jusqu'ici comme support est le coton (1), sous forme de tissu tricoté affectant la forme de longs tubes de différents diamètres (10 ou 12 centimètres de circonférence).

M. Perroux a proposé l'emploi de la ramie; quelques-uns ont utilisé l'amiante, la porcelaine, des fils métalliques, etc. Les manchons incandescents de cette classe peuvent se diviser en :

1° Manchons formés d'un squelette d'*oxydes rares* (thorine, zircon, oxyde de cérium, etc.);

2° Manchons formés d'un squelette d'*oxydes communs* (alumine, chaux, magnésic, oxyde de chrome).

Parmi ceux de la première classe se trouvent les manchons Auer à base d'oxyde de thorium et d'oxyde de cérium.

Les premiers manchons qui datent de 1886 étaient à base de zircon et d'oxyde de lanthane.

Les manchons de la Sunlight C^o, à base d'alumine et d'oxyde de chrome, font partie de la deuxième classe.

Ils s'obtiennent par les mêmes procédés d'imprégnation, de calcination et d'incinération.

Les diverses fibres organiques employées dans la fabrication des manchons, telles que le coton, le lin, la ramie, etc., doivent être parfaitement blanchies et soumises à un traitement spécial destiné à enlever les matières minérales qui peuvent y être contenues.

(1) Les corps incandescents à base d'oxydes réfractaires, obtenus par moulage ont été décrits avec les procédés Clamond et Fahnehjehn.

Fabrication des manchons incandescents.

MODE OPÉRATOIRE

Traitement du tissu. — Le tissu tubulaire employé dans la fabrication des manchons incandescents est fabriqué avec du fil de coton n° 60 à 70. Il est tricoté au métier circulaire de bonnetier, et offre la forme d'un tube indéfini, ayant 10 ou 12 centimètres de tour, suivant qu'il est destiné à la fabrication des manchons pour bec n° 1 ou bec n° 2. La Société Auer en fabrique actuellement de plus petits pour bec n° 3, qui est dénommé bec Bébé.

Le fil et le point de tricot ont les mêmes dimensions pour chacun de ces numéros.

Le tissu tubulaire, au sortir du métier, est souillé de matières grasses, de traces de rouille, etc.

On le lave : 1° A l'ammoniaque pour enlever les matières grasses et permettre ainsi au tissu de se mouiller complètement ;

2° A l'eau tiède pour enlever toute trace d'ammoniaque ;

3° A l'acide chlorhydrique au 1/15 pour enlever les traces de chaux, baryte, etc., que peut contenir le tissu ;

4° A l'eau tiède, puis avec beaucoup d'eau de façon à expulser toute trace d'acide, qui à la dessiccation attaquerait et détruirait partiellement la fibre ;

5° On termine par un lavage à l'eau distillée. Le tissu est ensuite séché en ayant soin d'éviter tout contact avec des matières grasses ou du fer.

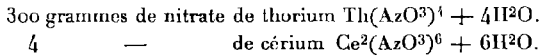
Puis le tissu est coupé en morceaux de 18 à 20 centimètres de long.

On fait ensuite à une des extrémités un ourlet de 2 centimètres environ, renforcé par une bande de tulle. On trouve actuellement dans le commerce des man-

chons tout ourlés et lavés au prix de 150 francs le mille. Il suffit de couper ce double manchon par le milieu, pour avoir deux manchons de 20 centimètres.

Préparation du liquide d'imprégnation. — Le liquide d'imprégnation est composé de nitrate de thorium et de nitrate de cérium dans les proportions suivantes :

Pour 1 litre d'eau distillée :



Ces quantités correspondent à :

143,58 d'oxyde de thorium.
et 1,72 d'oxyde de cérium.

Le rapport du cérium au thorium est donc de 1,20 pour 100.

La quantité d'oxyde de cérium employée ne doit jamais dépasser 1 à 1,25 pour 100 de l'oxyde de thorium, sans cela le mélange employé ne vaudrait rien et *les résultats obtenus seraient defectueux*. La dissolution des nitrates doit s'opérer dans un vase en verre, elle doit avoir lieu très facilement et sans donner aucun résidu. Certains commerçants vendent le liquide d'imprégnation tout préparé.

Avec les quantités indiquées ci-dessus on peut préparer 275 à 280 manchons, chacun d'eux absorbant environ 0,5 grammes d'oxydes.

Trempage des manchons. — Le trempage des manchons doit s'opérer dans des vases en faïence, en verre ou en porcelaine. Pour les opérations en petit, une cuvette en faïence convient parfaitement. Le trempage dure en moyenne un quart d'heure à une demi-heure, mais ce temps est variable suivant le nombre des manchons mis en œuvre.

Essorage des manchons. — Les manchons, après trempage, sont essorés soit à la main, soit à l'aide d'uneessoreuse composée de deux rouleaux en bois de 5 centimètres de diamètre garnis d'ébonite et de caoutchouc et dont l'écartement peut être réglé à l'aide d'un système de vis et de ressorts à boudins. Le cylindre inférieur est fixe et le cylindre supérieur tourne à l'aide d'une manivelle.

On place sous l'appareil une cuvette plate en porcelaine afin de recueillir le liquide provenant de l'essorage, et l'on fait passer chacun des manchons imprégnés entre les deux cylindres, en ayant soin de les presser bien régulièrement afin qu'il ne se produise aucun pli, car dans ce cas, en général, le manchon obtenu est irrégulièrement résistant et se déchire ordinairement assez facilement.

Lorsque le manchon est pressé à l'aide de la main, il est essentiel d'opérer avec les mains bien propres et de ne point tordre le manchon sur lui-même, ce qui amènerait le même inconvénient que celui cité précédemment.

Le manchon, ainsi essoré, soit à la main, soit à l'aide de l'essoreuse retient environ 5 grammes du liquide d'imprégnation.

Séchage des manchons. — Les manchons industriellement sont suspendus et abandonnés à la dessiccation spontanée dans des pièces bien sèches ou dans des étuves chauffées au maximum à 50°.

On peut aussi les abandonner sur des mandrins coniques, en verre, jusqu'à séchage complet ou bien, lorsque l'on opère en petit, faire tourner chaque manchon à sécher à l'aide d'une baguette de verre, au-dessus d'un fourneau allumé, ou au-dessus d'une flamme de gaz.

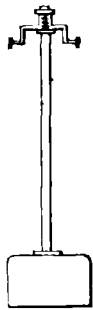
Dans cette dernière opération, il faut bien faire attention à ne point roussir le manchon, ce qui l'affaiblirait à l'endroit touché et ne permettrait plus de le manier aussi facilement dans la suite des opérations.

Dispositions du fil d'amiante. — Le manchon imprégné et séché est muni à sa partie supérieure d'un fil d'amiante destiné à le fixer après le support en nickel.

L'ourlet du manchon est froncé et le fil d'amiante est passé à l'aide d'un passe-lacet de façon à former une anse au-dessus du vide formé par l'extrémité plissée du manchon. Ce procédé de plissage est employé pour les manchons destinés aux tiges-potences.

Suspension du manchon. — On connaît quatre modes de suspension fig. 16 :

1° La tige-potence ou à crochet, la plus commune :



2° La tige-couronne qui exige deux fils d'amiante pour l'attache.

3° La tige-Oberlé ou Henry, constituée par une tige double en forme d'arcade qui protège le manchon contre les chocs, pouvant venir de la cheminée.

4° La tige centrale constituée par une petite potence en nickel serrée sur la tige par l'intermédiaire d'un écrou. Ce mode de suspension s'est peu répandu (système Deselle).

Fig. 16. — Dispositifs de suspension.

Les plus employés et les plus pratiques de ces différents modes de suspension sont les deux premiers cités.

Renforcement de la tête du manchon. — La tête du manchon, déjà renforcée par la présence de la bande de tulle, peut être enduite d'une couche d'un liquide formé par une solution de nitrate de zirconium ou d'aluminium, ou de glucinium ou de magnésie. Ces nitrates, en se décomposant par la chaleur fournie pendant l'incinération, fournissent l'oxyde correspondant qui augmente l'épaisseur et par suite la solidité du manchon. Mais cette opération n'est pas absolument essentielle, les manchons bien préparés étant ordinairement assez résistants par eux-mêmes.

Les manchons viennois, qui sont munis d'un fil de platine, doivent être renforcés de cette façon.

En 1885, la Société Auer projetait de livrer les manchons non incinérés à cause de leur fragilité et l'on craignait qu'avant leur livraison, l'acide n'attaquât la fibre végétale. On les traitait donc par l'ammoniaque, qui donnait du nitrate d'ammoniaque et des oxydes de lanthane et de zirconium. Mais, ceux-ci, mis en liberté, ne s'aggloméraient plus pendant la combustion du manchon qui devenait alors extrêmement fragile et peu durable.

Incinération des manchons. — Avant l'incinération, le manchon bien sec est tendu sur un mandrin en bois, de forme conique, ayant 20 à 25 centimètres de hauteur et 5 à 6 centimètres de diamètre à la base. On évite avec soin les plis dans cette opération. Le manchon est ensuite retiré et, comme il est imprégné de sels, il conserve la forme conique qu'on vient de lui donner sur le mandrin.

La tige de nickel supportant le manchon est alors fixée dans un support spécial ou dans un trou percé dans une planche, de façon qu'elle occupe une position oblique et que le manchon soit bien vertical.

On introduit à l'intérieur du manchon un Bunsen à longue tige, puis, à l'aide d'un autre bec Bunsen allumé, on enflamme la partie supérieure du manchon.

La combustion se propage vivement de haut en bas et bientôt tout le tissu de coton est détruit. Pendant ce temps on chauffe toujours avec le second brûleur la tête du manchon.

Lorsque la combustion est terminée, il reste un squelette d'oxydes de couleur grisâtre et de consistance molle, n'offrant pas encore la forme conique d'un manchon. C'est à ce moment que la calcination proprement dite des oxydes intervient.

Le robinet du Bunsen à longue tige est ouvert doucement, puis le gaz est enflammé à travers le squelette d'oxydes qui recouvre le bec. On donne d'abord une flamme molle. Lorsque l'on enflamme le bec Bunsen, avant de l'avoir placé au préalable sous le manchon, on risque fort de ne pas pouvoir le bien placer sans déchirer le manchon. Au bout de 2 à 3 minutes de calcination faible, on ouvre doucement le robinet à gaz ainsi que la virole d'entrée d'air, puis on fait tourner lentement le bec à l'intérieur du manchon. Celui-ci se gonfle, prend une forme régulière et devient éblouissant, les oxydes se contractent et le manchon diminue de hauteur de plus en plus.

Au bout de 8 à 10 minutes, on replace le Bunsen à longue tige sous le manchon et on laisse cuire ce dernier pendant une heure et demie, en pleine flamme.

A l'aide du second brûleur, on continue à calciner la tête du manchon.

Dans cette opération, il ne faut pas se préoccuper des déformations passagères qu'éprouve le manchon pendant la calcination. On les fait disparaître avec le Bunsen, ou même elles se réparent d'elles-mêmes.

Dans l'industrie, cette opération est faite par des femmes qui incinèrent quarante ou cinquante manchons à la fois sur des rampes *ad hoc*. Une ouvrière peut incinérer 80 à 100 manchons par jour.

Dans l'opération de l'incinération le manchon diminue environ des deux tiers de sa longueur.

Caractères d'un bon manchon. — Le manchon se présente alors sous la forme bien connue d'un cône blanc, formé d'oxyde de thorium et d'un peu d'oxyde de cérium. Ces oxydes ont complètement remplacé la cellulose et offrent absolument l'aspect extérieur des fils de coton qui leur servaient de soutien.

Ces manchons d'oxydes sont doués d'une assez grande solidité et d'une assez grande flexibilité. On peut les presser légèrement entre les doigts sans les briser. Vu au microscope, le fil d'oxyde offre absolument la forme du fil de coton initial.

Collodionnage des manchons. — Afin de les préserver des chocs violents qu'ils pourraient subir pendant le transport, les manchons destinés à l'expédition sont plongés après incinération dans une dissolution étendue de caoutchouc ou de collodion mélangée de 5 pour 100 d'huile de ricin, puis ensuite séchés.

Un inventeur anglais proposait de les plonger dans une solution chaude de paraffine, dans l'huile de naphte.

Emballage des manchons. — Les manchons inci-

nerés et munis de leur tige de suspension sont emballés dans de petites boîtes en carton, cylindriques, à l'intérieur desquelles ils sont protégés de tout choc violent par quelques fragments de ouate.

Mise en place des manchons. — La tige du manchon est fixée à hauteur convenable dans le trou à vis que porte le brûleur. A l'aide d'une pince plate, on agit sur la tige de nickel de manière à bien mettre le manchon à l'aplomb du brûleur et de façon qu'il soit placé dans la partie extérieure de la flamme. On a vérifié au préalable si les trous du brûleur ne sont pas obstrués et si la virole fonctionne bien. Lorsque l'on suppose que le manchon est bien placé, on fixe la tige de nickel à l'aide de la vis.

Flambage des manchons. — Après la mise en place, le manchon est flambé, après que l'on a posé le verre sur le brûleur. Le robinet est ouvert graduellement. Autant que possible les manchons ne doivent pas être touchés avec les doigts, car s'ils ont subi des chocs, ils se brisent après le flambage.

Manchons Sunlight Co. — Ce manchon est beaucoup plus en faveur en Angleterre que le manchon Auer. La base de ces manchons est l'alumine, au lieu de l'oxyde de thorium, aussi sont-ils plus souples et plus résistants. La matière excitante, au lieu d'être l'oxyde de cérium, est l'oxyde de chrome. On peut employer un mélange contenant 98 à 99 pour 100 d'alumine et 1 à 2 pour 100 d'acide chromique.

Dans les premiers types, on employait comme base un mélange d'alumine et de zircon et on recouvrait de sel de chrome. Ces manchons donnaient une lu-

mière jaune et avaient une intensité lumineuse de 10 candles par pied cube de gaz consommé. En employant l'alumine pure comme base du manchon on a obtenu un corps incandescent plus solide, à lumière blanche, et donnant un pouvoir éclairant plus élevé (15 candles par pied cube).

Quelques expériences assez curieuses sur la résistance comparative du manchon Auer et du manchon Sunlight ont été faites. Sous un poids de 3 grammes, le manchon Auer se brisait, tandis que la fracture du manchon Sunlight n'avait lieu que sous un poids de 13 grammes.

D'autre part, le pouvoir lumineux du manchon pouvait être revivifié en saupoudrant de nouveau le manchon épuisé avec un sel de chrome, ou en l'aspergeant à l'aide d'une solution de sel de chrome, contenue dans un vaporisateur.

AUTRES PROCÉDÉS.

Procédé Baum. — Un grand nombre d'autres procédés, ont été proposés pour la fabrication de corps incandescents, nous nous contenterons d'en décrire quelques-uns. Les lecteurs que cela intéresserait pourront se reporter au chapitre donnant la liste des divers brevets portant sur cette question.

M. Maximilien Baum propose d'imprégner des fibres végétales avec certains sels, tels que le phosphate et le chlorhydrate d'ammoniaque, le chlorure de magnésium, le chlorure de calcium, etc. La fibre est desséchée et il reste un précipité de phosphate de chaux ou de magnésie. Les fils peuvent être aussi recouverts avec un enduit protecteur formé d'une solution de gélatine tenant en suspension de la craie lévignée. Ce procédé

retourne presque à l'ancien mode opératoire de Frankenstein.

Procédé Persroux. — Un tissu de ramie est trempé dans une solution aqueuse à 15 pour 100 de chlorure de zirconium, il est séché, puis plongé dans une solution à 15 pour 100 d'acide oxalique.

Il se forme de l'oxalate de zircon insoluble. On sèche et on calcine. Le tissu de ramie est employé comme le tissu de coton, sous forme de tuyau de 2 centimètres de diamètre.

Procédé Rosenthal. — Un tissu à mailles lâches est disposé sur un mandrin de forme approprié. On l'enduit de pâte de porcelaine, on dessèche, on enlève le mandrin et on met au four. Ce procédé donnerait des manchons très résistants, mais ne jouissant pas, croyons-nous, des propriétés incandescentes du manchon Auer.

Procédé John Walmann. — Le corps incandescent est composé de plusieurs plateaux partiellement ou entièrement poreux, en matière incombustible, ayant les bords lisses ou ondulés et imbibés d'un liquide contenant des sels d'oxydes rares. Ces plateaux sont empilés sur une petite tige disposée dans le brûleur. Leurs bords biseautés sont disposés vers le bas de façon que les surfaces circulaires des bords de chacun des plateaux se trouvent léchées par le cône des gaz enflammés.

Procédé de la Société Continentale d'incandescence. — Le manchon avant incinération est formé d'un fil de magnésium recouvert d'un guipage imprégné de sels d'oxydes rares.

Pendant l'incinération, le fil de magnésium brûle et

donne une haute température, ce qui augmente la capacité et le pouvoir éclairant des oxydes.

Le *manchon Thomas* est à base d'amiante, imprégnée de nitrate de thorium. Un grand nombre d'autres procédés ont été brevetés mais n'ont pas, croyons-nous, été consacrés par la pratique journalière.

CORPS INCANDESCENTS OBTENUS PAR FILAGE.

Dans le but de tourner les revendications du brevet Auer, et en particulier le mode d'imprégnation du tissu de coton, un grand nombre de chercheurs se sont appliqués à trouver un procédé permettant d'obtenir des manchons incandescents sans passer par ce mode de fabrication.

Beaucoup d'entre eux ont pensé à utiliser l'appareil du Chardonnet destiné à la fabrication de la soie artificielle.

Procédé de Mare. — Ce procédé consiste à faire les éthers éthyliques d'erbium, d'yttrium, etc., à les mélanger avec de l'alcool et à produire un collodion qui est lui-même mélangé aux oxydes rares, lesquels sont solubles dans leurs éthers. Le collodion obtenu est ensuite étiré en fils, que l'on dispose sous forme de « chenilles » semblables au produit ainsi nommé en passementerie.

Procédé Knofler. — On emploie une dissolution de nitrocellulose dans un mélange d'éther et d'alcool, additionné d'une solution alcoolique des sels destinés à former le manchon.

Au mélange ainsi obtenu on peut ajouter du camphre, du sucre. Puis on le traite par la méthode du Chardon-

net, on fait passer les fils, au fur et à mesure qu'ils sortent de la filière capillaire, dans de l'eau ammoniacale. ou dans l'éther de pétrole, la benzine, le toluène, le sulfure de carbone qui enlèvent l'alcool et l'éther, sans dissoudre la nitrocellulose. On dénitriifie ensuite par le formol ou le sulfure d'ammonium. La dénitriification a lieu en une demi-heure. Les fils sont ensuite réunis en torons, filés et tissés, puis transformés en tissu de tricot.

Procédé Oberlé. — Ce procédé est basé sur le même principe, on emploie une solution à 50 pour 100 d'oxychlorure de thorium et une solution de nitrocellulose à 3 ou 20 pour 100. Lorsque le filage se fait sous pression et à l'air libre on prend la solution de nitrocellulose à 20 pour 100. Dans le mélange éthéro-alcoolique destiné à dissoudre la nitrocellulose, l'alcool doit dominer proportionnellement à l'éther, car ce dernier précipiterait le thorium. On ajoute à la solution 0,75 pour 100 d'oxychlorure de cérium.

Procédé Duchange. — Une solution de nitrocellulose dans un mélange d'alcool et d'éther est additionnée de sels, tels que : acétate et nitrate de thorium, de cérium, de zirconium, d'erbium, d'aluminium, de calcium, de magnésium.

La solution est ensuite traitée par la méthode du Chardonnet et les fils obtenus sont tissés sous forme de tricot.

Pour éviter une combustion trop rapide on peut ajouter dans le mélange de l'huile de ricin, ou tremper le tissu dans les mêmes huiles ou dans une solution de sels ammoniacaux.

Quelques-uns ont tenté d'employer des solutions acétiques de cellulose ; mais, croyons-nous, ces procédés n'ont pas été exploités industriellement, car la main-d'œuvre nécessaire à la fabrication d'un manchon par de pareilles méthodes, lesquelles sont, il est vrai, très ingénieuses, aurait augmenté dans de notables proportions le prix de revient.

Durée des manchons incandescents. — La durée des manchons varie, en ce qui concerne l'éclairage public, avec l'emplacement du bec, le mode d'allumage, l'habileté de l'allumeur, etc. On compte qu'un manchon fournit en moyenne une vie de 68 jours.

L'allumage qui produit toujours une légère explosion diminue beaucoup la durée utile du manchon. Seul un mode d'allumage automatique, ne produisant aucun choc, aurait des chances d'augmenter cette durée. Leur pouvoir éclairant, d'autre part, diminue assez rapidement ; et quelquefois en une quinzaine de jours, toutes conditions égales, l'auteur a constaté des différences s'élevant au cinquième de la puissance photogénique initiale.

Pouvoir éclairant des manchons incandescents. — Les manchons fabriqués à l'aide du mode opératoire que nous avons indiqué précédemment sont doués d'une très grande puissance lumineuse. Mais leurs propriétés éclairantes décroissent assez rapidement et, au bout de quelques centaines d'heures d'usage, elle est souvent diminuée de près de 35 pour 100.

D'après M. Vivian Lewes, il a été établi que la chute du pouvoir émissif des manchons est due à l'usure de la matière par le frottement du courant de gaz et d'air, et que cette diminution de la surface éclairante se produisant sur chaque filament en particulier, réduirait ainsi

la surface d'émission de la lumière et par suite le pouvoir éclairant obtenu.

Peut-être, la combinaison des oxydes, passant de l'état amorphe à l'état cristallisé tendant vers une limite de plus en plus faible, diminuerait-elle aussi le pouvoir éclairant ?

Voici le pouvoir éclairant de divers manchons fabriqués avec un seul des oxydes purs servant à l'incandescence. Le pouvoir éclairant est donné en *candle* par pied cube de gaz consommé :

Thorine commerciale.	6,0
Thorine pure.	1,0
Zircone commerciale.	3,1
Zircone pure.	1,5
Oxyde de cérium.	0,9
Oxyde d'yttrium.	5,2
Oxyde de lanthane.	6,0
Erbine commerciale.	1,7
Erbine pure.	0,6
Alumine.	0,6
Oxyde de chrome.	0,4
Oxyde de baryum.	3,3
Oxyde de strontium.	5,5
Magnésie.	5,0

On voit, d'après le tableau précédent, quels faibles pouvoirs lumineux offrent les divers manchons d'oxydes purs.

La thorine commerciale donne une incandescence appréciable, grâce aux impuretés qu'elle contient, cérium, lanthane, etc., lesquelles, se trouvant en petites quantités, jouent le rôle d'excitateurs, comme nous l'avons expliqué précédemment.

Au contraire, les manchons commerciaux, formés de mélanges particuliers et très variables d'oxydes jouissent de propriétés éclairantes très grandes.

MM. N. Hintz et H. Weber (*Zeit. analyt. Chem.*, t. 37, p. 94) ont exécuté de nombreux essais sur l'influence

qu'exercent les diverses terres mélangées à la thorine, en ce qui concerne l'intensité de la lumière émise. Il résulte de ces essais : que des quantités allant jusqu'à 1 pour 100 d'oxyde de zirconium, de lanthane ou d'yttrium, n'augmentent pas la lumière émise par la thorine pure et tendent plutôt à la diminuer ;

2° Que l'addition d'oxyde d'yttrium diminue la résistance des manchons ;

3° Que la présence, même de faibles quantités de chaux (0,5 pour 100), rétrécit les manchons, surtout en longueur ;

4° Que le néodyme à 1 pour 100 augmente un peu l'intensité de la lumière émise par l'oxyde de thorium, mais les manchons n'en renfermant que 0,1 à 0,2 pour 100 sont déjà légèrement colorés en brun. Les auteurs de ces recherches ont dû employer dans ces essais de l'oxyde de néodyme contenant du praséodyme, car la couleur du premier de ces oxydes est blanc bleuâtre lorsqu'il est pur.

Coloration de la lumière émise par les manchons. —

La coloration de la lumière émise par les manchons change principalement avec les oxydes dont ils sont formés, lesquels peuvent varier à l'infini. Cela montre que les altérations spécifiques dans la rapidité des vibrations lumineuses sont causées par des variations dans la composition des manchons.

Il est ainsi très facile de constater la différence remarquable qui existe entre la lumière jaune rosée, chaude du manchon Sunlight à base d'alumine et d'oxyde de chrome, ou de zircon et d'oxyde de chrome, et celle du manchon Auer, qui est bleu verdâtre et froide, surtout après un certain temps d'usage.

Dans les foyers incandescents actuels, on cherche

ordinairement à obtenir une lumière blanche à coloration légèrement jaunâtre ou rose. Les premiers manchons Auer, à base d'oxyde de zirconium et d'oxyde de lanthane avaient un reflet verdâtre très désagréable.

Le mélange de deux couleurs assez rapprochées l'une de l'autre ne donne pas de blanc, mais une couleur intermédiaire; ainsi le rouge et le jaune donnent de l'orangé, le jaune et le bleu donnent du vert, etc.

D'après Helmholtz, les groupements suivants permettent d'obtenir un blanc plus ou moins pur.

	Intensité des deux couleurs.	
Violet et jaune verdâtre.	5	10
Indigo et jaune.	3	4
Bleu et orangé.	1	1
Bleu verdâtre et rouge.	0,44	0,44

Le vert pur est la seule couleur spectrale n'ayant pas de complémentaire simple.

D'après ce que nous venons de dire, on voit que pour obtenir un noyau incandescent, fournissant de la lumière blanche, il faudra associer les oxydes donnant des couleurs complémentaires. Ces groupements ne peuvent se faire que par une série de tâtonnements, aucune loi physique précise ne permettant de prévoir les changements de coloration dus à tel ou tel mélange. Voici, d'après Auer, quelques formules de mélanges, permettant d'obtenir des lumières de diverses colorations.

Lumière blanche

1 ^o	60	pour 100	de magnésie
	20	—	d'oxyde de lanthane
	20	—	d'oxyde d'yttrium
2 ^o	60	—	d'oxyde de zirconium
	30	--	d'oxyde de lanthane
	10	—	d'oxyde d'yttrium
3 ^o	50	—	d'oxyde de zirconium
	50	—	d'oxyde de lanthane
4 ^o	Oxyde de thorium pur (?)		

Il est reconnu actuellement que l'oxyde de thorium pur ne donne qu'une incandescence *extrêmement faible*.

C'est un des moyens de reconnaître sa pureté.

5°	30 pour 100	d'oxyde de thorium
	30 —	d'oxyde de zirconium
	40 —	d'oxyde d'yttrium

Ce corps donne une lumière jaune.

6°	30 pour 100	d'oxyde de thorium
	30 —	d'oxyde de zirconium
	40 —	d'oxyde de lanthane

Ce corps donne une très belle lumière.

7°	98,75 à 99 pour 100	d'oxyde de thorium
	1,25 à 1 —	d'oxyde de cérium

Cette formule est celle à l'aide de laquelle sont obtenus les manchons Auer actuels. Le corps incandescent obtenu fournit une très belle lumière blanche légèrement dorée.

8°	60 pour 100	d'oxyde de thorium
	20 —	de magnésie
	20 —	d'alumine

Lumière jaune :

	50 pour 100	d'oxyde de thorium
	50 —	d'oxyde de lanthane

Lumière bronzée :

1.	50 pour 100	d'oxyde de thorium
	50 —	d'oxyde de néodyme
2.	50 —	d'oxyde de thorium
	50 —	d'oxyde de praséodyme

Lumière verdâtre :

	50 pour 100	d'oxyde de thorium
	50 —	des oxydes de l'erbium

Dans ces quatre dernières formules, l'oxyde de thorium peut être remplacé partiellement par l'oxyde de

zirconium, la lumière des corps ainsi obtenus est plus blanche.

Ces mélanges sont susceptibles de beaucoup de variantes, et permettent d'obtenir des corps lumineux dont la coloration principale peut varier du jaune au verdâtre.

D'après Auer, dont les travaux sur cette question sont très importants, l'oxyde de scandium et l'oxyde de zirconium produisent une lumière intense d'une blancheur magnifique. Les combinaisons à base d'oxyde d'ytterbium jouissent aussi d'un grand éclat. Un mélange d'oxyde de thulium et d'oxyde d'erbium donne une belle lumière verte.

L'oxyde de samarium combiné à l'oxyde de zirconium ou à l'oxyde de thorium donne une lumière intense d'un blanc jaune.

Un grand nombre d'autres corps jouissent de la propriété d'être incandescents, dans les conditions que nous avons indiquées, ainsi :

1° Les niobates des Terres rares, y compris les niobates de thorium, de zirconium, de magnésie, de glucine, de chaux, d'alumine ;

2° Les tantalates des mêmes bases ;

3° Les silicates des Terres rares, y compris le thorium et le zirconium ;

4° Les titanates des Terres rares, y compris l'alumine et le zirconium ;

5° Les phosphates des Terres rares, y compris le thorium et le zirconium ;

6° L'oxyde de lucium, qui a fait la base du brevet Barrière ;

7° Quelques mélanges d'oxydes communs, tels que l'alumine et l'oxyde de chrome, qui constituent la base des manchons fabriqués par la Sunlight C° à Londres.

Les manchons préparés selon le procédé Møller et fabriqués à l'usine de l'Incandescent Gas Light C° sont constitués par un mélange d'oxyde de thorium et d'oxyde d'uranium.

D'après les expériences faites par les chimistes arbitres, délégués dans les divers procès intentés par la Société Auer, les mélanges précédents ne jouissent pas d'une incandescence aussi vive que celle fournie par le manchon commercial, contenant 98,25 d'oxyde de thorium et 1,25 pour 100 d'oxyde de cérium.

La théorie de M. Bunte, que nous avons développée plus haut, ne donne pas l'explication de la surabondance des rayons verts, qu'on constate dans le spectre du manchon Auer, ni les causes par lesquelles les rayons jaunes et rouges, qui existent à l'origine, tendent presque toujours à disparaître.

D'autre part, le spectre fourni par le manchon Auer constitue une exception, car, généralement, la proportion des diverses radiations dans le spectre d'un corps solide incandescent est fonction seulement de la température.

Il y a donc encore, dans ce curieux manchon qui a déjà soulevé tant de discussions, bien des points obscurs, qui bientôt peut-être seront élucidés.

CHAPITRE V

Incandescence par le gaz de houille, le gaz d'eau, etc.

Becs et brûleurs à incandescence par le gaz. — Les brûleurs destinés à l'incandescence par le gaz peuvent se diviser en deux grandes classes :

1° Les brûleurs ordinaires, utilisant le gaz à la pression fournie par les compagnies gazières ;

2° Les brûleurs intensifs.

Tous ces brûleurs, dont le nombre est assez grand, quoique les procès intentés par la Compagnie exploitant les brevets Auer en aient fait disparaître une certaine quantité, sont fondés sur la combustion plus ou moins complète du gaz d'éclairage dans un brûleur genre Bunsen.

Comme tous ces appareils dérivent de ce dernier type, nous allons d'abord étudier les propriétés et les diverses caractéristiques de ce genre de brûleur, ainsi que les conditions diverses de son fonctionnement.

Description et propriétés d'un brûleur Bunsen. — Le brûleur Bunsen ordinaire se compose d'un cylindre métallique, à la partie inférieure duquel on amène le gaz à l'aide d'un ajutage conique plus ou moins étroit, à la hauteur duquel se trouvent, percés dans la paroi du cylindre, deux trous d'entrée d'air qui peuvent être

obturés plus ou moins à l'aide d'une virole mobile. Ce type est celui employé dans les laboratoires et dans les arts.

Le fonctionnement de ce brûleur peut présenter deux cas :

1° *Combustion sans admission d'air*, la virole étant tournée de manière à fermer complètement les trous d'arrivée de l'air ;

2° *Combustion avec admission d'air*, la virole étant disposée de manière à admettre à l'intérieur du tube métallique une plus ou moins grande quantité d'air. Ce dernier cas est celui qui se présente dans l'emploi de tous les brûleurs à incandescence.

Dans le premier cas, lorsqu'il n'y a pas admission d'air, la flamme est longue, molle, éclairante et dépose du noir de fumée sur les corps froids qui y sont plongés. Il n'y a pas combustion immédiate du carbone, qui provient de la décomposition des hydrocarbures (acétylène, éthylène, etc.), et qui reste en suspension dans la flamme sous forme de particules solides infiniment petites qui sont portées à l'incandescence et émettent des rayons lumineux.

Dans le second cas, au contraire, la combustion du carbone est accélérée et considérablement facilitée par la quantité plus ou moins grande d'air qui est admise à la partie inférieure du brûleur ; la flamme est alors très chaude, plus courte et n'est plus lumineuse, la totalité du carbone mis en liberté par la décomposition des hydrocarbures étant intégralement brûlée, et servant à élever la température.

L'aspect caractéristique de la flamme du bec Bunsen varie suivant la quantité d'air admise. Dans des conditions normales, la zone intérieure de la flamme est bleu violacé, mais si on augmente l'admission d'air la

flamme devient plus chaude et la zone intérieure prend une coloration verte. A ces changements de coloration correspondent des variations de température des différentes parties de la flamme. Le maximum correspond à la limite explosive du mélange de gaz et d'air, qui sont introduits. Voici quelles sont les températures approximatives pour les flammes du Bunsen avec cône bleu ou cône verdâtre :

TABLEAU XV

	CONE BLEU	CONE VERDATRE
Pointe du cône intérieur.	1090	1575
Centre du cône extérieur.	1533	1630
Pointe du cône extérieur.	1175	1545
Bords du cône extérieur au niveau de la pointe du cône intérieur.. . . .	1333	1511

Pour une combustion non lumineuse, le rapport entre les quantités de gaz et d'air est dans le cône bleu d'environ 1 volume de gaz pour 2,27 volumes d'air, et dans le cône vert 1 volume de gaz pour 3,37 volumes d'air. Plus la quantité d'air fournie au centre de la flamme est faible, plus elle doit être grande à l'extérieur.

Comme la flamme doit chauffer non seulement l'oxygène nécessaire à la combustion, mais encore l'azote qui le dilue, il est évident que plus la quantité d'air fournie extérieurement à la flamme sera petite, plus la température de la portion extérieure de la flamme sera élevée.

Dans le bec Bandsept, que nous décrirons plus loin, il est possible de régler le mélange de gaz et d'air de manière que non seulement le cône vert se forme mais que grâce à l'explosibilité du mélange de gaz et d'air,

le cône soit rejeté sur la couche de toile métallique, se trouvant à l'intérieur du bec.

Nous verrons à propos du réglage des brûleurs que la quantité d'air à introduire doit être parfaitement dosée de telle manière que la combustion du carbone soit intégrale, sans pour cela refroidir la flamme par un excès d'air.

Dans la plupart des brûleurs à incandescence modernes (fig. 17), le gaz arrive par une série de trous percés en mince paroi et le bec est surmonté en général d'une toile métallique ou d'une plaque mince perforée, destinées à empêcher tout retour de flamme, jusqu'à l'orifice du dégagement. On peut ainsi employer des mélanges gazeux, ayant une très faible vitesse sans que le brûleur tende à s'allumer à l'intérieur.

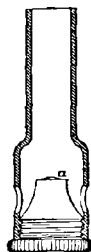


FIG. 17. — Brûleur Bunsen.

Bunsen Lecomte. — Avant de nous occuper des divers becs à incandescence, nous allons décrire le Bunsen Lecomte dont la théorie a été parfaitement étudiée et qui peut servir de type à ce genre d'appareil.

Comme on le sait, les brûleurs à incandescence ne fonctionnent pas sous la même pression que les becs papillons ou les brûleurs Argand. La pression qui ordinairement est légèrement supérieure à 25 millimètres doit surmonter les résistances dues à la canalisation et aux becs, et doit pouvoir facilement injecter l'air nécessaire à la combustion.

Le Bunsen à basse pression, système Lecomte, a été étudié au contraire pour fonctionner à la pression ordinairement nécessaire aux anciens becs (papillons Argand, etc.), et qui est d'environ 8 millimètres. Ce

résultat est vraiment intéressant et ne peut que faciliter le développement de l'éclairage par incandescence, surtout en province, où les pressions de gaz fournies par les diverses compagnies sont généralement assez basses. Nous empruntons à une communication de M. Lecomte les divers renseignements suivants :

Le Bunsen Lecomte fonctionnant à basse pression a forcément un éjecteur très ouvert, par suite, les moindres variations de pression lui feraient dépenser des quantités énormes de gaz. Pour obvier à cet inconvénient, ce Bunsen est muni d'un rhéomètre à soupape d'aluminium, très sensible.

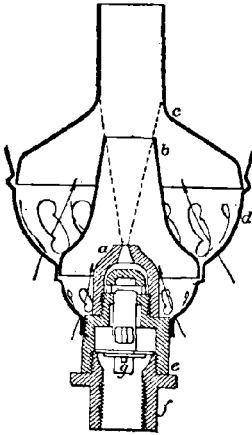


FIG. 18. — Bunsen Lecomte à basse pression.

Le Bunsen à basse pression se compose (fig. 18) : d'un panier ajouré *d* vissé sur un petit rhéomètre sec (*e* partie supérieure, *f* partie inférieure, *g* soupape); on peut aussi employer un rhéomètre à glycérine. Sur le régulateur est vissé un éjecteur, à trou conique *a*, qui débouche dans le cône *b* et qui forme un angle approprié à celui formé par la détente du gaz au sortir de l'éjecteur. Le panier supporte un deuxième cône, d'angle très ouvert *c*, qui est surmonté d'un tube cylindrique, à la naissance duquel aboutit le mélange de gaz et d'air, et qui est destiné à entrer dans la galerie du brûleur proprement dit, Auer ou autre.

L'air aspiré entre en *d* avec une vitesse presque nulle, mais à mesure qu'il monte entre les deux cônes *b* et

c il trouve un passage de plus en plus resserré et prend alors des vitesses régulièrement croissantes, jusqu'à l'amorce du tube cylindrique où l'air a pris la vitesse même du courant gazeux qui l'entraîne.

Cet air aspiré ne perd pas subitement sa vitesse il l'amortit en pénétrant dans la masse gazeuse provenant de l'injecteur *a* et produit ainsi un mélange intime d'air et de gaz.

Le second principe essentiel de ce Bunsen est que l'éjecteur *a* est construit de façon à avoir le rendement dynamique le plus élevé, en évitant la contraction qu'éprouve toute veine gazeuse s'écoulant par un ou plusieurs trous percés en mince paroi, contraction qui a pour effet: 1° de réduire le débit, inconvénient auquel il est facile de remédier; 2° de produire une très notable perte de force vive. L'éjecteur du Bunsen Lecomte est construit de façon à supprimer ce grave défaut qui existe chez presque tous les brûleurs actuellement connus.

Le Bunsen Lecomte ne possède aucune bague de réglage d'entrée d'air. Ce nouveau type de Bunsen a permis d'obtenir avec des manchons Auer de bonnes dimensions et d'une bonne forme la carcel-heure pour une consommation inférieure à 13 litres de gaz; placé sous la galerie Auer, il donne la même quantité de lumière, avec du gaz à 1 centimètre d'eau de pression seulement et une dépense beaucoup plus faible.

Dans les mêmes conditions de consommation, il augmente la lumière fournie par le bec Auer d'environ 20 pour 100.

Voici quelques chiffres obtenus dans un essai effectué au laboratoire de la *Compagnie parisienne du gaz*, au Lendit, en comparant un Bunsen à basse pression réglé pour faire de l'économique et un Bunsen réglé pour augmen-

ter la lumière ; avec un Bunsen ordinaire. Tous ces Bunsens ont été essayés sous la même galerie, le manchon avait 75 millimètres de hauteur et avait brûlé environ 100 heures, le verre était placé l'étranglement en haut.

TABLEAU XVI

B E C S	PRESSION	DÉPENSE PAR HEURE	CARCELS	LITRES PAR CARCEL- HEURE
Galerie Auer sur Bunsen ordinaire.	65 mm	134,83	8,68	15,04
— sur Bunsen Lecomte .	18	107,00	8,20	13,00
— sur Bunsen Lecomte .	37	132,80	9,65	13,70
— sur Bunsen Lecomte .	40	144,00	10,20	14,00

Le même manchon a donc donné, suivant le mélange gazeux qui l'alimentait, de 15 à 13 litres de consommation par carcel-heure et en lui faisant dépenser la même quantité de gaz, son intensité a été augmentée de 1 carcel à 1,6 carcel.

BRÛLEURS ET BECS ORDINAIRES

Cette première classe de becs à incandescence peut se subdiviser en deux sections :

1° Les brûleurs fondés sur l'application du bec rond à l'incandescence ;

2° Les brûleurs fondés sur l'emploi d'un bec à flamme plate (bec papillon) pour produire l'incandescence.

Parmi les premiers, qui sont les plus nombreux, nous pouvons citer le bec Auer, le bec Oberlé, le bec Deselle, le « Régulateur incandescent », le « Rayon d'Or », le bec Besson, etc.

Les brûleurs employant le bec papillon sont moins

employés et il n'existe à notre connaissance que deux becs de cette sorte, le bec Ladureau et l'« Héliogène ».

Dans ces divers brûleurs, le gaz est consommé par un bec genre Bunsen, à mélange d'air, dans les conditions qui donnent la température la plus élevée. La chaleur ainsi développée est utilisée pour porter à l'incandescence les oxydes réfractaires finement divisés, se présentant sous forme de manchons ou de fils placés côte à côte et affectant la forme d'une plume.

On verra par les descriptions suivantes que ces divers brûleurs ont beaucoup de ressemblance et qu'ils ne diffèrent, en général, que par quelques points de détail.

Quelques-uns d'entre eux étaient pratiques et ingénieux, mais leur développement n'a pu se faire, la Société qui exploite les brevets Auer ayant eu gain de cause dans les divers procès qu'elle avait intentés à ses contre-facteurs.

Description des divers brûleurs à incandescence par le Gaz.

BRÛLEURS UTILISANT LE BEC ROND

Bec Auer (fig. 19 et 20). - - Ce brûleur, qui est actuellement le plus répandu, se compose :

1° D'un petit dé tronconique d'admission de gaz A dont la partie supérieure est percée d'un certain nombre de petits trous en nombre variable suivant la puissance du bec employé ; 3 trous pour les becs n° 1 et 5 trous pour les becs n° 2 ;

2° D'une partie cylindrique B en forme de cartouche,

ayant environ 60 millimètres de hauteur, 18 millimètres de diamètre à la base et 11 millimètres à la partie supérieure. Cette pièce B est percée à sa partie inférieure de quatre ouvertures *o, o*, disposées à angles droits et servant à l'admission de l'air, remplissant donc le même but que les trous d'entrée d'air du Bunsen ordinaire ;

3° Du prolongement supérieur cylindrique D formant avec la partie B la cheminée. Cette dernière partie est élargie à son extrémité supérieure et munie d'un collet destiné à augmenter la section de la flamme afin de l'amener à avoir la dimension du diamètre intérieur du manchon incandescent, qui est de 16 à 18 millimètres.

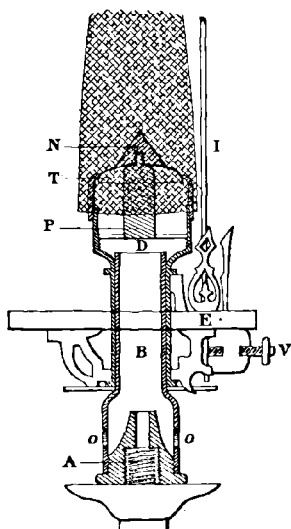


FIG. 19. — Brûleur Auer.

Ce collet est recouvert d'une toile métallique T, qui sert à répartir également le mélange de gaz et d'air sortant du brûleur, à le mélanger et à empêcher tout retour de flamme jusqu'au dé d'admission A ;

4° A l'intérieur de la partie D se trouve un petit cylindre P porté sur une partie découpée et munie d'une vis à sa partie supérieure, sur laquelle s'engage la toile métallique ;

5° Au centre de la toile métallique, est placé un petit cône N aplati, en cuivre, qui se visse sur la tête fileté du petit cylindre. Ce cône a pour but de modifier la forme de la flamme, afin de la rapprocher autant que possible de celle du manchon. Grâce à cet artifice la flamme offre un aspect conique et lèche la presque tota-

lité de la surface intérieure du manchon, qui se trouve ainsi toujours placé dans la zone la plus chaude ;

6° D'une galerie E, sur laquelle se trouve fixée la tige de nickel, supportant le manchon. Cette tige est maintenue à poste fixe à l'aide d'une vis V ;

7° D'une tige de nickel I fixée sur la galerie à l'aide d'une vis. On la baisse ou on la hausse afin de placer le manchon à bonne hauteur. Cette tige forme à sa partie supérieure une boucle fermée à laquelle est suspendu le manchon.

Ce dispositif a le défaut d'amener assez souvent le bris des cheminées de verre et par suite celui des manchons.

Lorsque cette tige est mal placée, on peut, à l'aide d'une pince plate, la ramener en bonne position, en agissant au bas de la tige, près du point de serrage.

Le fonctionnement de ce brûleur est le même que celui d'un bec Bunsen ; la veine gazeuse sortant par l'orifice du dé d'admission A produit un appel d'air extérieur ; l'ensemble du dispositif fonctionnant de la même manière qu'un Giffard.

Le mélange de gaz et d'air qui doit se faire de la façon la plus intime possible, afin d'obtenir une bonne combustion se fait dans le trajet de la partie cylindrique B et s'achève dans la chambre supérieure D, avant d'arriver à l'orifice du brûleur.

M. Vautier a fait l'étude photométrique du brûleur Auer n° 2 et conclut que pour une pression de 40 à 50 millimètres, son intensité moyenne atteint 12 carcels,

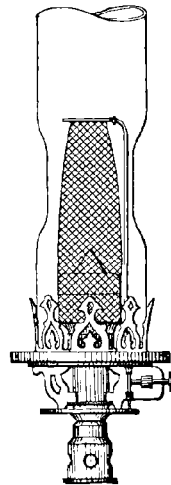


FIG. 20. — Vue perspective d'un brûleur Auer.

avec une dépense de 14 à 15 litres par carcel-heure, les bagues d'admission d'air étant entièrement ouvertes. Le rendement maximum correspond à une pression de 40 à 50 millimètres et l'intensité maximum à une pression de 55 à 60 millimètres. Enfin le débit horaire croît régulièrement de 150 à 200 litres environ, quand la pression passe de 40 à 70 millimètres.

Il y a 3 types de brûleurs Auer :

- 1° Le bec n° 0, dit bec Bébé ;
- 2° Le bec n° 1, consommant par heure 70 à 80 litres avec un pouvoir éclairant de 4 carrels ;
- 3° Le bec n° 2, consommant par heure 110 à 120 litres avec un pouvoir éclairant de 6 carrels.

Bec Oberlé. — Le bec Oberlé qui dérive du brûleur Auer, avec quelques perfectionnements, se composait à l'origine :

1° D'un ajutage conique pouvant être plus ou moins obturé à l'aide d'un pointeau. Ce dernier pouvait être réglé à l'aide d'un pas de vis. Il était ensuite maintenu en position à l'aide d'une vis de serrage.

Depuis, le bec Oberlé a été modifié comme il suit. Il se compose (fig. 21) : 1° d'un dé tronconique d'admission de gaz A semblable à celui du brûleur Auer ;

2° D'un anneau cylindrique perforé, en cuivre, B, dont les ouvertures, placées à angle droit, servent à obturer plus ou moins les ouvertures correspondantes de la cheminée cartouche. L'arrivée d'air peut ainsi être réglée d'une façon absolument parfaite ;

3° D'une partie cylindrique en forme de cartouche C semblable à celle décrite à propos du brûleur Auer ;

4° D'une petite cloche D en cuivre, recouvrant les orifices d'entrée d'air, et empêchant la flamme de l'aluminaire de pénétrer par les trous d'air, et d'enflammer

le gaz à la sortie du dé tronconique. Cette petite cloche empêche aussi en partie la poussière de venir encrasser les orifices de sortie du gaz;

5° Du prolongement supérieur cylindrique E, formé d'une seule pièce et dont la partie supérieure est formée d'une petite tôle de cuivre, perforée de petites ouvertures par lesquelles s'échappent le mélange de gaz et d'air;

6° Au centre, comme dans le brûleur Auer, se trouve un petit cône surbaissé, en cuivre, P;

7° Sur la partie supérieure du brûleur, vient se fixer le système de suspension du manchon. C'est une des parties originales du brûleur Oberlé.

Il se compose de deux cylindres concentriques. Le cylindre intérieur étant muni d'un léger rebord qui vient s'appuyer sur la partie supérieure du brûleur. Le cylindre extérieur porte une double tige en forme d'arcade R R, au milieu de laquelle est suspendu le manchon, dont l'extrémité inférieure se trouve engagée dans l'espace existant entre les deux cylindres concentriques. Ce support protège ainsi le manchon contre tout balancement, tout choc, et présente un aspect plus élégant.

De plus, ce système a l'avantage de permettre le changement du manchon sans toucher au brûleur proprement dit.

Le brûleur Oberlé emploie des manchons du même inventeur, obtenus par filage d'une solution d'oxydes rares dans un collodion particulier, à l'aide de la ma-

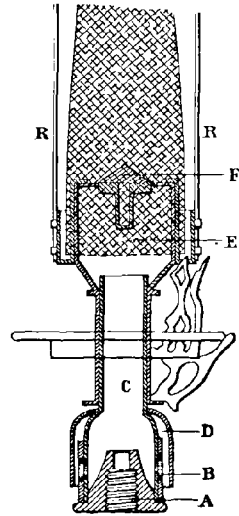


FIG. 21. — Bec Oberlé.

chine Du Chardonnnet pour la fabrication de la soie artificielle.

Bec Deselle. — L'originalité du bec Deselle réside dans le mode de suspension du manchon incandescent. Dans ce système, l'inventeur utilise le support du manchon comme élément pour l'éclairage.

Le brûleur (fig. 22), d'un système quelconque est coiffé par le cylindre godet B dont la partie supérieure est percée de trous ronds ou de fentes radiales. Sur ce chapeau B et fixée par un écrou, se trouve la tige D qui supporte le manchon M par l'intermédiaire d'une traverse en nickel *b*.

Le collet supérieur du manchon est relié à la traverse *b* par des ligatures faites à l'aide de fil d'amiante par les œils *d*, *d*.

Cette traverse est assujettie sur la tige centrale D après l'incinération du manchon.

La tige centrale D ne peut être faite en métal, car le fer, l'acier, le cuivre, s'oxydent et se détériorent rapidement en contact avec la flamme du brûleur.

L'auteur proposait d'entourer la tige de métal d'une enveloppe réfractaire, par exemple un fil d'amiante enroulé ou un fil de coton imprégné comme le manchon lui-même.

La tige est fixée au chapeau B par l'intermédiaire d'un écrou P, que l'on peut faire tronconique, afin de ne produire aucun arrêt dans l'écoulement du mélange de gaz et d'air.

La figure 23 représente un brûleur fondé sur le même principe et portant deux manchons disposés concentriques MM'. Ce dispositif avait pour but d'augmenter la puissance du foyer lumineux.

Nous ne savons pas si des expériences ont été faites

dans cet ordre d'idées. Le gaz sort par les ouvertures a et a' .

Le mode de suspension que nous venons de décrire avait l'avantage d'empêcher complètement toute rupture de la cheminée de verre par la tige supportant le manchon.

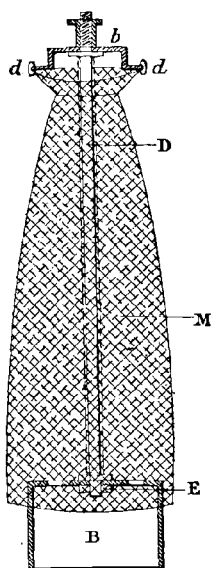


FIG. 22.

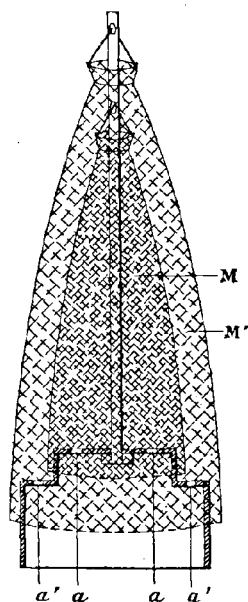


FIG. 23.

Bec Deselle.

Bec « Le Régulateur Incandescent ». — Le système suivant permet de produire de la lumière, soit en utilisant le bec, comme source d'éclairage ordinaire à flamme de gaz éclairante, soit comme source de chaleur destinée à porter à l'incandescence un manchon en oxydes réfractaires.

Le brûleur se compose : 1° d'un tube cylindrique A, percé de 4 ou plusieurs orifices latéraux et fileté sur une pièce G.

Cette partie est semblable à celle décrite précédemment pour les brûleurs Aucre et Oberlé ;

2° D'un tube B, entouré par le panier P, et percé d'un nombre d'orifices b, b correspondants à ceux du tube A et placés en regard de ces derniers ;

3° Sur ce tube B est fixée une enveloppe extérieure P dite panier. Le tube B appuie librement sur l'embase de G ;

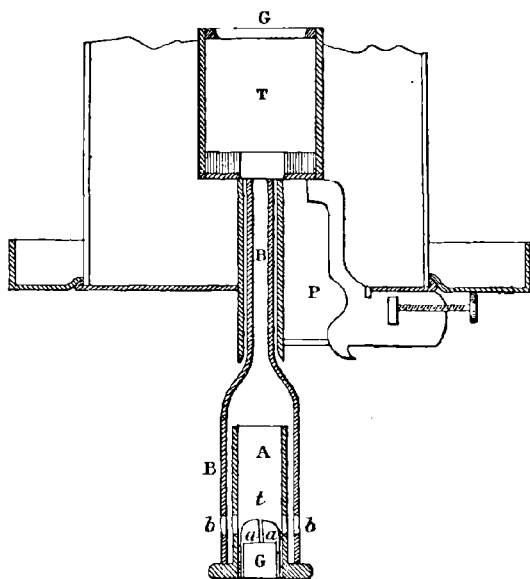


FIG. 24. — Bec « Le Régulateur Incandescent ».

4° D'une pièce portant un robinet d'arrivée de gaz, correspondant à la largeur des orifices, de telle façon qu'en déplaçant le panier on peut l'arrêter sur n'importe quel pas de vis ;

5° D'une galerie R destinée à recevoir un cylindre en verre ;

6° D'une partie cylindrique T coiffée d'une toile mé-

tallique, où s'opère le mélange du gaz et de l'air, et fixée sur la pièce B.

La pièce G fonctionne comme le dé d'admission que nous avons décrit pour les brûleurs Auer et Oberlé ; il y a appel d'air extérieur proportionnel à la vitesse de la veine gazeuse et mélange ultérieur dans la partie cylindrique T.

Le bec étant monté sur une prise de gaz ordinaire et les orifices étant fermés, il suffit d'ouvrir le robinet d'arrivée du gaz et de l'enflammer à la sortie du tube A pour obtenir une flamme lumineuse.

Si maintenant on pose le tube B sur le tube A, le bec est transformé en brûleur à incandescence et peut fonctionner comme tel, après ouverture et réglage des entrées d'air de manière à obtenir une flamme chaude et obscure.

Bec Besson. — Dans ce système, le débit du gaz, arrivant au Bunsen, peut être réglé.

Le brûleur est constitué par une cheminée A, fermée à une certaine distance de sa base par un diaphragme B, de forme unique et percé d'un trou à son centre.

À la partie inférieure de cette cheminée est vissée une pièce C, percée de trous et munie en son centre d'un petit cône *a* (fig. 25).

À la base de la cheminée sont deux oreillettes *b* ou

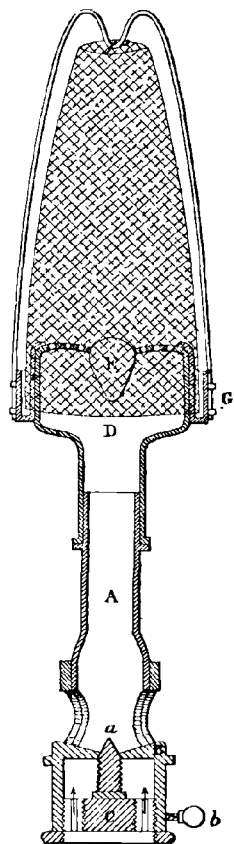


FIG. 25. — Bec Besson, premier dispositif.

une partie moletée permettant de visser la cheminée plus ou moins sur la pièce *c*, de manière à faire pénétrer, d'une façon variable, la partie centrale du diaphragme B sur le cône fixe.

L'intensité de la flamme du brûleur peut ainsi être réglée facilement.

Au sommet de la cheminée est fixée la chambre de combustion D, dans laquelle sont placés un cône E ayant pour but de rejeter les gaz du centre vers la périphérie, pièce semblable à celles que nous avons vues dans les brûleurs Auer et Oberlé ; et une feuille métal-

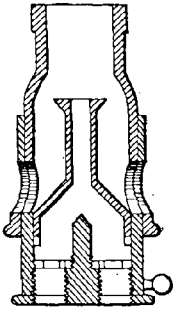


FIG. 26. — Bec Bunsen, second dispositif.

lique placée en forme d'ailette ou disposée en spirale, et servant de récupérateur de chaleur, de façon à chauffer le mélange de gaz et d'air avant son arrivée à l'orifice du brûleur.

Sur la chambre de mélange vient se fixer une douille G, portant une double tringle destinée à supporter le manchon. Ce système est semblable à celui que nous avons décrit pour le brûleur Oberlé.

La figure 26 représente un autre dispositif pour le réglage du Bunsen, le diaphragme est remplacé par une petite cheminée dépassant le niveau des orifices d'admission d'air.

Becs à flamme plate. — Quelques inventeurs, ne voulant pas marcher dans la voie tracée par le type du brûleur Auer, et espérant obtenir des brûleurs plus économiques, s'étaient proposés d'appliquer le principe de l'incandescence à des becs à flamme plate, genre *papillon*, brûlant à l'air libre, sans cheminée

d'aucune sorte. Au point de vue de l'éclairage public, ce point était intéressant.

Bec Ladureau. — M. Ladureau, qui eut le premier cette idée, prenait un gros bec papillon qu'il fixait sur un brûleur Bunsen. C'est le type des brûleurs employés dans les laboratoires pour les moufles et les grilles à analyses.

La flamme brûle bleu à l'aide d'une admission d'air réglable.

Le corps incandescent ressemble à un goupillon et est constitué par des filaments organiques imprégnés d'oxydes incandescents.

Le système est composé d'un axe central formé par deux fils de platine, entre lesquels sont engagés, à l'aide d'une torsion particulière, des filaments éclairants.

Ce système d'éclairage ne s'est pas répandu, et ce n'est que sous la forme que nous allons décrire qu'il a donné des résultats assez satisfaisants.

Bec L'Héliogène. — Ce bec se compose de 2 parties principales, le brûleur et la plume.

Cette dernière est composée de fibres légères formées d'oxydes réfractaires, montées sur une tige de platine disposée transversalement dans la partie chaude de la flamme d'un bec papillon. La tige de platine est fixée sur un support en nickel en forme de rinceaux, rivé lui-même sur une bague en cuivre découpée que l'on pose sur le brûleur proprement dit.

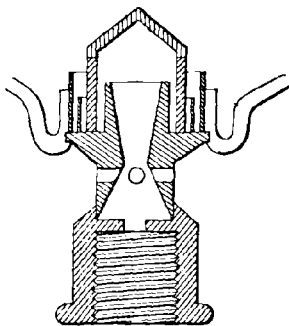


FIG. 27. — Coupe du brûleur l'Héliogène.

Le brûleur se compose d'un brûleur ou d'un double brûleur Bausen ordinaire (fig. 27) combiné avec un double ajutage convergent-divergent, sous un angle déterminé. Ce dispositif a pour but d'éviter les remous dans la veine gazeuse et de fournir le débit maximum pour une section donnée.

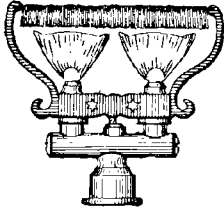


FIG. 28. — Bec l'Éliogène.

L'ajutage divergent se termine par une grosse tête en stéatite, formant brûleur.

La plume, constituant la partie incandescente du brûleur, est formée des mêmes oxydes que ceux que nous avons signalés dans le manchon Auer. Une plume est bien brûlée lorsqu'après la combustion les brins s'inclinent naturellement, de chaque côté de la tige de platine, d'environ 45° vers le sol (fig. 28).

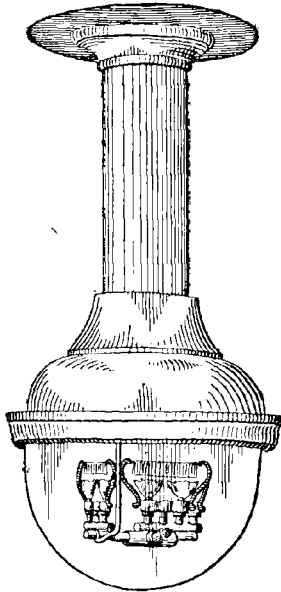


FIG. 29. — Lampe à récupération transformée.

La lumière fournie par ce brûleur rayonne vers la partie inférieure, en un faisceau vertical d'environ 90°.

Ces becs ne fonctionnent bien que lorsqu'ils sont réglés pour une pression déterminée, la pression pouvant osciller en plus ou en moins de 10 à 15 millimètres.

Chacun de ces brûleurs consomme 27 litres de gaz par carcel. Le principal avantage de ce brûleur réside en la moins grande fragilité de la plume, quoique celle-ci ne

puisse résister, comme de juste, aux chocs un peu violents.

D'un autre côté, quelques brins peuvent se détacher, sans pour cela que l'intensité lumineuse diminue de notable façon.

En faisant usage de précautions, une plume peut durer de 1,000 à 1,200 heures, d'après l'inventeur.

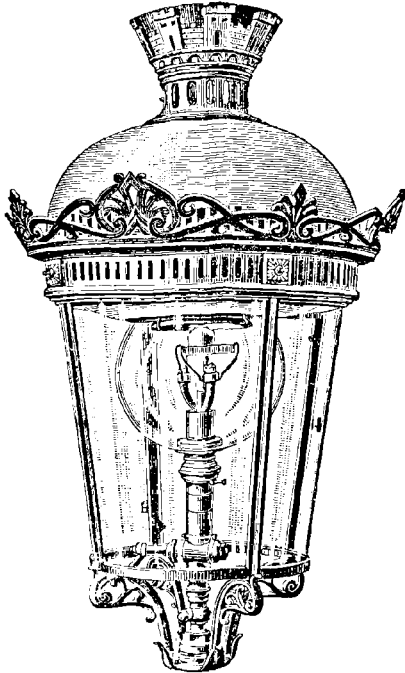


FIG. 30. — Lanterne à récupération transformée.

Le brûleur « Héliogène » peut remplacer les petits manchester des lanternes à récupération, et fournir ainsi des foyers lumineux de très grande puissance. Ce système d'éclairage fonctionne encore actuellement à Paris, dans certains établissements des grands boulevards. Les figures 29 et 30 représentent une lampe

Wenham et une lanterne ainsi transformées. Ce genre de brûleur ne s'est pas très répandu.

La suppression des cheminées de verre donnait un assez grand intérêt à cette tentative.

Les petits manchester, ainsi que le champignon central, sont remplacés par des plumes réfractaires du bec « l'Héliogène ».

Les lampes Wenham n° 1 ayant un débit de 220 à 265 litres, sous une pression de 80 millimètres, fournissent un pouvoir éclairant moyen de 12 à 14 carrels, sous un angle de 45 degrés.

BECS INTENSIFS.

Théorie des becs intensifs. — Le rendement en incandescence des divers manchons lumineux actuels peut être amélioré par l'emploi de brûleurs, avec ou sans utilisation de force extérieure, mais judicieusement étudiés en vue du mélange intime du gaz et de l'air destinés à alimenter le brûleur.

Dans les brûleurs que nous allons décrire, tout repose sur une étude plus parfaite du phénomène de la combustion et des conditions dans lesquelles il doit se produire, pour arriver au rendement calorifique maximum, et par suite au plus haut degré d'incandescence possible.

Les conditions que l'on doit réaliser sont les suivantes :

- 1° Intimité parfaite du mélange de gaz et d'air ;
- 2° Bonne composition quantitative du mélange ;
- 3° Pression et vitesse convenables à l'arrivée sous le manchon réfractaire.

D'après M. Lecomte, la seule condition nécessaire serait de faire brûler, sous un manchon de grandeur

donnée, le maximum de gaz avec la flamme la plus courte possible.

Plusieurs moyens ont été employés pour réaliser ces diverses conditions : les uns basés sur l'emploi de forces mécaniques extérieures (ventilateur électrique, mouvement d'horlogerie, etc.), les autres n'utilisant aucun moyen extérieur et ne se servant que de la force due à la perte de charge du gaz et de celle provenant de l'aspiration d'une cheminée convenablement disposée, ou de séries successives de cônes d'injection comme dans le brûleur Bandsept. Tous ces moyens tendaient à obtenir un mélange plus parfait de gaz et d'air.

Quelques-uns ont tenté d'enrichir le gaz de houille en produits riches en carbone, de manière à obtenir une flamme ayant une plus haute température, tandis que d'autres échauffent préalablement l'air nécessaire à la combustion.

Dans les divers systèmes de brûleurs, on pourrait croire que l'intimité du mélange de gaz et d'air une fois obtenue ne doit pas être altérée. Il n'en est rien, la flamme perd assez rapidement son homogénéité, les fluides se séparant par suite des différences de densité; c'est pourquoi le mélange obtenu doit-il être utilisé aussitôt au sortir de la dernière chambre de mélange.

Les manchons employés dans ces nouveaux becs sont plus épais, plus hauts et plus solides. Les résultats obtenus jusqu'ici sont très satisfaisants.

En Allemagne, de nouveaux procédés d'éclairage intensifs ont été essayés, en comprimant le gaz depuis $\frac{2}{10}$ d'atmosphère jusqu'à 1 et 2 atmosphères.

Ces nouveaux becs donneraient, dit-on, un rendement lumineux de 1 bougie et demie à 2 bougies par litre de gaz consommé! On se demande quelle serait alors la durée des manchons incandescents soumis à

des températures et à des pressions aussi considérables. D'autre part, les brûleurs fonctionnant sous une aussi forte pression devront produire un sifflement considérable et ne seront utilisables que pour l'éclairage extérieur.

Brûleur Chemin. — M. Chemin, en 1891, a fait breveter un brûleur Bunsen, dans lequel le gaz, entrant par la partie inférieure, passait par une série de cônes d'injection, au niveau desquels s'introduisaient successivement de nouvelles quantités d'air, lesquelles s'ajoutant, tendaient à fournir un mélange de plus en plus homogène.

M. Bandsept, dans le brûleur que nous allons décrire, a combiné les deux principes suivants : 1^o celui déjà utilisé par M. Chemin, c'est-à-dire des cônes d'injection d'air ; 2^o une série de toiles métalliques empêchant tout retour de flamme et jouant le rôle d'*atomiseur*.

Ce genre de brûleur a été nommé par son inventeur *mélangeur-atomiseur*.

Les cônes sont disposés de manière à réaliser le tirage maximum pour une pression donnée.

Les brûleurs intensifs tendent à se répandre de plus en plus et sont fondés sur l'emploi de becs dont l'irradiation par unité de surface de manchon est considérablement augmentée, ce qui fait qu'un manchon d'une dimension donnée peut fournir 2 ou 3 fois autant de lumière sur un bec intensif que sur un bec ordinaire ; ou de becs, donnant beaucoup de lumière, à l'aide de manchons plus résistants et de plus grandes dimensions.

Brûleur Bandsept. — D'après les théories que nous

avons décrites précédemment, M. Bandsept a créé un système de becs disposés de manière à produire un mélange plus intime du gaz et de l'air et à porter par conséquent à une température plus élevée la flamme rendant incandescente les manchons de divers systèmes.

M. Bandsept, comme l'indique la figure 31, exclut complètement tout dispositif mécanique et se sert pour obtenir le mélange intime du gaz, d'une série de cônes injecteurs superposés, de diamètres croissants C^0 C^1 C^2 , entraînant chacun dans la colonne gazeuse centrale un nouveau volume d'air.

A la base, se trouve un ajustage conique ayant pour but d'injecter le gaz dans les cônes avec le moins possible de perte de pression ; c'est ce jet initial qui détermine l'appel d'air dans chacune des tuyères.

Le réglage de l'air, appelé par ces cônes, est obtenu au moyen d'une enveloppe mobile découvrant plus ou moins les orifices d'admission d'air.

A la sortie de cette série de cônes, le mélange gazeux se détend dans une chambre A, terminée par deux ou trois rangs de toile métallique.

Lorsque l'admission d'air est bien réglée, on voit apparaître au-dessus de la chambre A une mince nappe bleue violacée.

Si on augmente l'accès de l'air, cette nappe rentre dans le brûleur, dont elle rougit la dernière toile, sans cependant produire aucun retour de flamme.

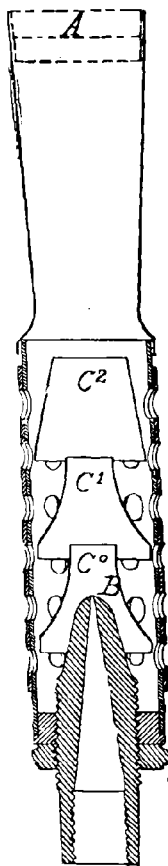


Fig. 31.

Au contraire, si l'accès de l'air est graduellement réduit, la nappe bleuâtre se soulève en pointe et la zone de formation de la flamme se développe de plus en plus aux dépens de sa partie chaude et utilisable.

Les combustions bien réglées et complètes donnent, dit-on, avec ce brûleur, des effets aussi puissants qu'avec le chalumeau. En quelques secondes, des tigelles de cuivre et de fer, épaisses de plusieurs millimètres, sont fondues.

Ces brûleurs ont été expérimentés au *Pôle Nord*, à Bruxelles, concurremment avec les brûleurs Denayrouse que nous allons décrire.

Quelques expériences ont été faites avec ces brûleurs et les manchons Auer.

Bec n° 1. — Débit du gaz = 91 litres à l'heure.

Pouvoir éclairant = 7 carrels 10 à 7 carrels 50.

Bec n° 2. — Débit du gaz = 102 litres à l'heure.

Pouvoir éclairant = 8 carrels 3/4.

La consommation est donc de 12 litres par carcel et par heure.

La pression du gaz dans ces deux expériences était de 40 millimètres.

M. Bandsept a construit un brûleur dans lequel il chauffait un capuchon de platine, grâce à un système semblable à celui décrit plus haut.

A 40 millimètres de pression, l'économie sur le bec Auer n° 2 est de 25 pour 100. Ce résultat est déjà très beau, mais il paraît avoir été dépassé dans une expérience où les chiffres invraisemblables de 55 et 60 pour 100 d'économie ont été obtenus, la spectrophotométrie montrant l'identité approximative des deux lumières.

Bunsen à gaz chaud, système Bandsept. — Les becs Bunsen, aux pressions ordinaires du gaz de ville, ne

peuvent entraîner la quantité d'air requise pour une parfaite combustion, l'écart existant entre les densités des deux fluides n'étant pas assez grand.

Le mouvement déterminé par le cône d'injection étant dû à la différence des vitesses de jaillissement du gaz, sous une pression déterminée, si l'on élève la température du gaz, au moment même où il est lancé par l'injecteur, on améliore le dosage du mélange d'une manière sensible.

Des expériences exécutées avec un brûleur muni d'un manchon Auer ont permis de ramener la consommation du gaz de 15 à 12 litres par carcel, lorsque le gaz est chauffé et que l'on utilise sa détente pour lui communiquer une plus grande vitesse.

Le dispositif employé par l'inventeur est le suivant :

Le tube mélangeur est recourbé à angle droit et se termine par une sorte de papillon, dont les bords sont repliés sur la pointe de l'injecteur, disposé horizontalement ; mais qui en dessous sont taillés en biseau pour donner accès à l'air.

Un mince tuyau part du robinet et permet d'entretenir une petite flamme à l'endroit où la cavité du bec d'injection commence à se rétrécir.

L'appareil étant allumé, l'air monte par convection autour de cette flamme et se précipite à la suite du jet de gaz dilaté dans la chambre de mélange, dans laquelle règne une dépression par suite de la combustion entretenue sous le manchon.

Les gaz se diffusent donc rapidement et leur mélange est déjà fort intime, lorsqu'ils entrent dans le tube abducteur, lequel se dirige verticalement et se termine en entonnoir recouvert de toile métallique.

Brûleurs Denayrouse. — Dans les appareils suivants

comme dans le précédent l'air et le gaz sont mélangés intimement de manière à produire une combustion aussi complète que possible et par suite d'augmenter notablement la température de la flamme. Les premiers brûleurs intensifs Denayrouse furent expérimentés en 1896, au Casino de Royat, à l'occasion du Congrès de Clermont-Ferrand. Ce système d'éclairage au gaz par incandescence à mélange intime de gaz et d'air avait été revendiqué par M. Denayrouse, dans un brevet français en date du 28 février 1895, et dans un brevet anglais en date du 2 mars de la même année.

1

Brûleur Denayrouse à ventilateur mû électriquement.

— Dans cet appareil le gaz et l'air sont mélangés intimement et envoyés au brûleur sans pression sensible, au moyen d'un ventilateur rotatif à ailette en forme d'éventail, placé sous le brûleur et actionné par une dérivation d'un courant électrique. Ce dernier actionne automatiquement à distance une valve permettant l'admission du gaz au brûleur ainsi que son inflammation.

Le gaz arrive par le raccord A muni d'une soupape fixée au noyau mobile du solénoïde D. Les déplacements de ce noyau dont la section triangulaire permet le passage du gaz sont limités à la partie supérieure par une butée formant arrêt réglable et logés dans le noyau fixe E superposé au premier (fig. 32 et 33).

Lorsque l'appareil est placé dans le circuit d'une source convenable d'électricité, le noyau du solénoïde est attiré vers le haut, ce qui provoque l'ouverture de la soupape à gaz. Ce dernier s'élève dans les évidements triangulaires que ménage le noyau, traverse quatre rainures triangulaires et arrive dans la chambre F.

La figure 34 montre mieux cette partie de l'appareil.

Le fond de la chambre F comporte un certain nombre de tubes *b*, ouverts à leurs extrémités et disposés circulairement sur une circonférence, l'air extérieur est

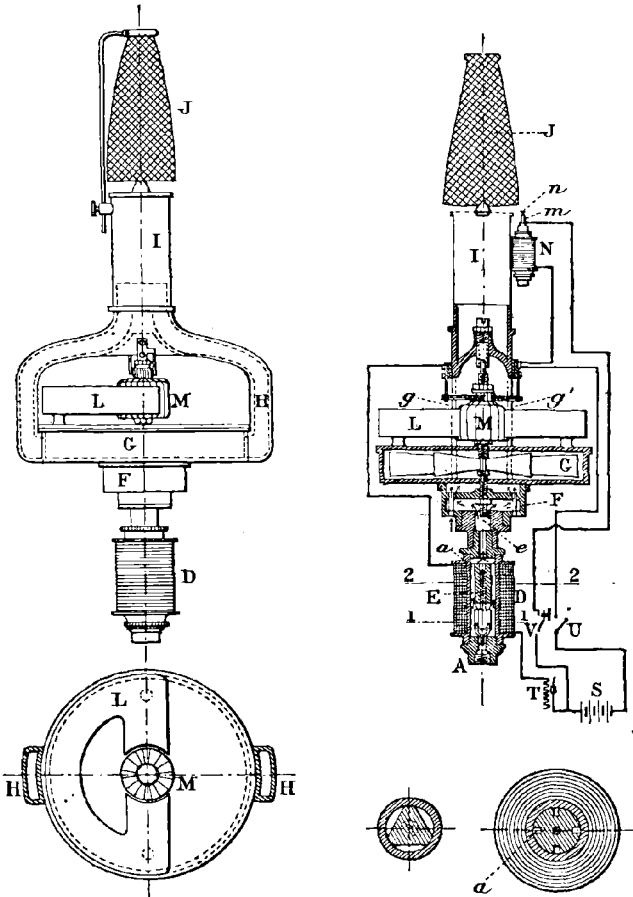


FIG. 32.

FIG. 33.

Brûleur Denayrouse.

aspiré dans ces tubes qui traversent des trous de diamètre supérieur, pratiqués dans le couvercle de la chambre F, de façon qu' autour de chacun d'eux se

forme un orifice annulaire, faisant communiquer cette chambre avec le tambour du ventilateur G, situé immédiatement au-dessous.

Le gaz traverse ces passages annulaires et à la sortie se mélange à l'air. Le ventilateur effectue alors un brassage intime de ces gaz, qui sont alors refoulés à très faible pression dans les conduits III.

Ceux-ci partent de l'enveloppe du tambour, rejoignent le tube I, recouvert par une toile métallique au centre duquel se trouve un cône de direction du mélange, et au-dessous, finalement, le manchon J.

L'arbre sur lequel est calé le ventilateur tourne sur des pivots, logés dans les vis creuses de réglage ee' qui, une fois ajustées, sont maintenues en position par des écrous de serrage.

Autour des tiges de ces pointes sont enroulés des ressorts à boudin, contenus dans les vis creuses ee' , de sorte qu'elles constituent pour l'arbre du ventilateur des supports flexibles. Les extrémités des vis ee' sont fendues sur une certaine longueur, afin de leur donner une certaine élasticité.

Le moteur électrique comprend un aimant permanent L fixé au-dessus du tambour du ventilateur. L'induit M tourne entre les pôles de l'aimant et est fixé par des écrous sur l'arbre du ventilateur.

Deux balais gg' frottent sur le collecteur de cette petite dynamo. Pour l'allumage électrique de ce brûleur, latéralement au tube, se trouve fixé un solénoïde N.

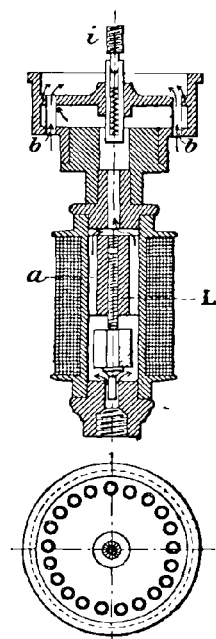
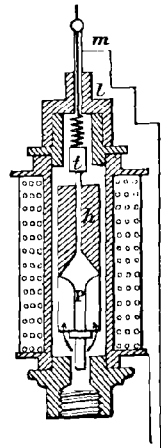


Fig. 34. — Brûleur De-nayrouse.

pourvu d'un noyau fixe O, qui attire un autre noyau mobile P (fig. 35) portant la soupape d'admission du gaz à sa partie inférieure. Celle-ci a son siège sur le raccord monté à la partie inférieure du solénoïde.

Par le passage du courant dans le solénoïde, le noyau de fer doux P est attiré à la partie supérieure et, la soupape à gaz ouverte, il pousse, malgré la résistance d'un ressort à boudin, la petite tige centrale *h* guidée dans le noyau fixe O et le petit piston *k*, lequel joue librement dans le chapeau du solénoïde, sur le côté duquel se trouve un petit ressort qui touche le piston et le met en contact électrique avec la masse. La bougie d'allumage porte un manchon en matière isolante *l*, surmonté d'un petit tube de cuivre *m* dont la partie supérieure porte une garniture de platine. Sur celle-ci repose un bouton de même métal *n*, rendu solidaire des mouvements du piston *k*, par l'intermédiaire d'une tige qui traverse le manchon isolé *l* et son tube de cuivre.



Une des extrémités des fils du solénoïde N est mise en communication avec la masse métallique et par suite avec le piston *k*, tandis que le tube *m* est relié par une borne avec la source d'électricité. En mettant cet appareil en circuit, la soupape d'accès du gaz se soulève, de sorte que la pièce de platine *n* est brusquement séparée du tube *m*. L'étincelle de rupture enflamme le gaz arrivant de la soupape qui passe autour du noyau triangulaire P du solénoïde, puis s'élève dans des canaux ménagés dans son noyau fixe et débouche par le tube *m* au droit des fils de platine de la bougie qui transmet alors la flamme au brûleur principal.

La figure 32 représente l'ensemble de l'installation. Une borne de la batterie S est reliée par le rhéostat T avec l'extrémité du fil du gros solénoïde D dont l'autre extrémité est mise en connexion avec le balai *g*. De l'autre balai *g'* partent deux fils, l'un va rejoindre la seconde borne de la batterie et une clef de contact U, l'autre aboutit à l'enroulement du petit solénoïde N et communique par la masse avec la tête de platine *n*, quant au tube *m* il est joint à la batterie par un fil de retour sur lequel est intercalé le bouton de contact U. Pour faire fonctionner ce brûleur on ferme d'abord le circuit principal, au moyen de la clef U, ce qui produit l'admission du gaz dans l'appareil et met en mouvement le ventilateur G, puis, appuyant sur le bouton V, on provoque l'étincelle de rupture qui détermine l'allumage.

Les complications et les dépenses afférentes à ce système restreignirent beaucoup son application.

Brûleur Denayrouse, à mélangeur à mouvement d'horlogerie. — Dans ce système M. Denayrouse a cherché à remplacer l'électricité par la détente d'un ressort spirale, actionnant le ventilateur.

Ce système, ainsi que le précédent, ont été abandonnés et M. Denayrouse a fait breveter un brûleur à incandescence avec mélange intime de gaz et d'air, sans utilisation de force extérieure, même minuscule.

Brûleurs Denayrouse self-mélangeurs. — Dans ce système, trois faibles sources d'énergie sont utilisées :

- 1° La perte de charge du gaz ;
- 2° Les chaleurs perdues de la combustion ;
- 3° Le tirage directeur et complémentaire d'une cheminée.

C'est donc à l'air et au gaz que, dans ce système, il est

demandé de produire automatiquement le mélange qui donnera l'effet maximum; le travail mécanique nécessaire à la formation de ce mélange étant emprunté aux trois forces ci-dessus.

Ce nouveau brûleur comprend une boîte supportant les manchons, les porte-manchons. A la partie inférieure se trouve une petite roue à aubes courbes qu'on met en mouvement grâce à la faible vitesse que possède le mélange d'air et de gaz sortant d'un Bunsen. Cette partie de l'énergie nécessaire est donc empruntée à la perte de charge du gaz au sortir de la conduite. Autour de la roue se trouve un aspirateur-mélangeur semblable au ventilateur décrit précédemment. Les ailettes de la petite roue mues par le Bunsen et les grandes palettes du ventilateur sont portées sur le même axe, qui se prolonge au-dessus du ou des manchons incandescents en tournant dans une gaine protectrice. Il repose à sa partie inférieure sur une crapaudine munie d'un rubis et est guidé à sa partie supérieure par des billes réfractaires.

Un manchon de verre, de mica ou de toute autre substance transparente guide les produits de la combustion qui forment alors un courant rapide et violent.

La pièce formant l'orifice de sortie est un cône en tôle émaillée qui porte une roue à ailettes cintrées. Une cheminée de dégagement aussi courte et aussi évasée que possible, donne aux produits de la combustion la direction qui leur permet d'agir le mieux possible sur la roue à ailettes cintrées et permet à celle-ci de fonctionner comme un aspirateur de ventilation.

Ce type n'est pas le dernier auquel s'est arrêté M. Denayrouse.

Brûleur Denayrouse. — Ce nouveau brûleur, dans

lequel le mélange de gaz et d'air a les mêmes propriétés que celui produit dans les systèmes antérieurs plus compliqués (moteur électrique, moteur à mouvement d'horlogerie, etc.), se compose d'un Bunsen dans lequel les entrées d'air et de gaz sont parfaitement calculées et équilibrées pour une pression de gaz déterminée.

Entre le manchon incandescent et le bec Bunsen existe une grande chambre de détente formant la

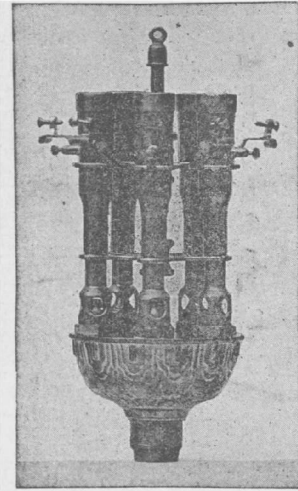


FIG. 36. — Brûleur Denayrouse à 5 becs.



FIG. 37. — Brûleur Denayrouse muni de son manchon.

partie supérieure des becs, dans laquelle le mélange du gaz et de l'air a lieu de façon à avoir une parfaite homogénéité.

Les becs n° 2 s'emploient avec un manchon Auer plus résistant que les manchons pour becs n° 2 ordinaires, plus haut et plus épais. Il consomme 266 litres de gaz par heure et donne de 17 à 20 carcel.

Le bec n° 1 dépense environ 150 litres à l'heure.

Dans ce brûleur n'existe plus aucun organe mécanique spécial destiné au mélange du gaz et de l'air et à l'augmentation de la pression.

Brûleurs Lecomte. — Le premier brûleur intensif Lecomte était destiné à être alimenté par de l'air sous pression.

Il se compose (fig. 38) d'une enveloppe sphérique *a* portant à la partie inférieure un éjecteur à gaz *b*, à deux ou plusieurs trous, un tuyau d'arrivée d'air avec robinet *c*, à l'intérieur une tôle perforée *d*, dans laquelle sont placés des petits clapets mobiles *e*; ces clapets sont limités dans leur jeu, par une toile métallique *f*. Dans le haut de la boîte de mélange *a* est vissée la cheminée *j*, qui porte le manchon incandescent.

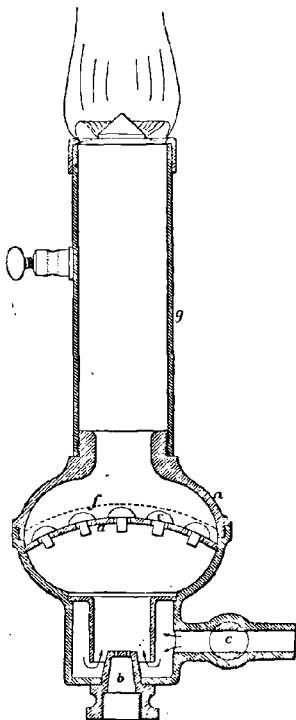


FIG. 38. — Brûleur Lecomte (premier type).

Le fonctionnement de l'appareil est le suivant: l'air et le gaz venant de *b* et de *c* se réunissent au-dessous de la tôle perforée *d*, ils soulèvent les petits clapets *e* et s'échappent en nappes minces horizontales, qui se brisent, se pénètrent et forment un mélange parfaitement homogène d'air et de gaz. Le mélange combustible vient brûler à l'extrémité de la cheminée *j*, sous le manchon.

La flamme donne naissance à un cône bleu violet très court qu'à l'analyse on reconnaît être formé par un mélange de cinq parties d'air pour une de gaz.

La flamme est légèrement réductrice, il lui manque

presque 1 volume d'air pour amener la combustion complète. Ce volume est emprunté à l'atmosphère, à travers le manchon incandescent. Avec de l'air chaud

et la récupération, on a pu obtenir avec cet appareil le carcel-heure avec une consommation de 6 litres de gaz.

D'après M. Lecomte, la meilleure hauteur que l'on puisse donner à la chambre de mélange, pour que la flamme obtenue soit chaude et tranquille, est déterminée lorsque les bords de la toile métallique sont la base d'un cône dont le sommet est l'éjecteur et passant par les bords du Bunsen comme l'indique la figure 39.

D'autre part, il n'y aurait aucune relation entre les dimensions de la flamme conique d'un Bunsen et la position de la toile

métallique des chambres de mélange, contrairement à l'opinion de ceux qui disent que cette toile devrait être placée juste à la hauteur de la pointe bleue du cône intérieur de la flamme que donnerait le Bunsen bien réglé s'il brûlait librement.

Deuxième modèle. — L'inventeur a combiné un bec intensif avec Bunsen Lecomte composé de quatre pièces

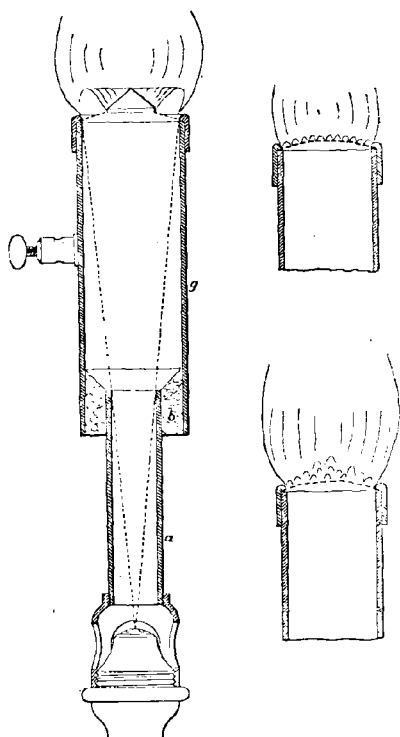


FIG. 39. — Brûleur Lecomte.

(fig. 40) *a* Bunsen à basse pression ; *b*, galerie ; *c*, douille porte-manchon ; *d*, porte-globe.

Il existe trois types consommant respectivement 70, 120 et 170 litres de gaz, et donnant 6, 11 et 16 carrels.

Ces becs emploient de petits manchons, mais donnent par unité de surface de manchon une quantité de lumière beaucoup plus grande. Le mélange d'air et de gaz en brûle dans le rapport de 5,1 parties pour 1 partie de gaz.

Brûleur Saint-Paul.— Ce nouveau brûleur a été construit, en 1897, dans les ateliers de régie du service de l'éclairage de la première section de Paris, en vue de fournir des foyers de grande intensité, par l'incandescence des manchons Auer.

Le principe sur lequel est basé ce brûleur consiste à employer pour l'alimentation d'un Bunsen bitronconique, du gaz chauffé dans le voisinage immédiat de l'injecteur. M. Saint-Paul a reconnu qu'en modifiant convenablement la température du gaz d'alimentation, il se produit un travail moléculaire, ayant pour effet d'exalter l'entraînement de l'air ambiant et de favoriser la formation du mélange.

Ce brûleur (fig. 41) se compose d'un bunsen A bitron-

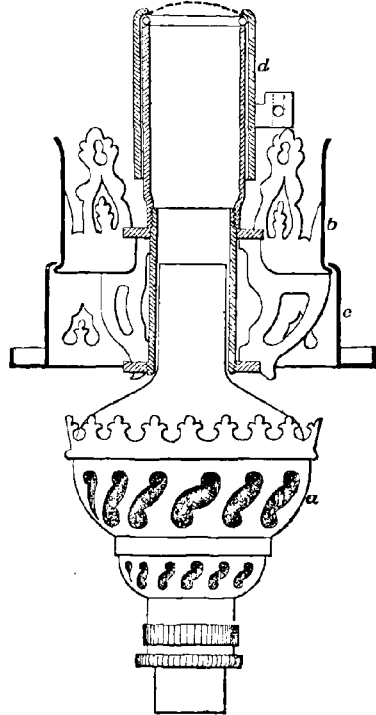


FIG. 40. — Brûleur Lecomte.

conique r et r' sont les prises d'air et s le registre circulaire permettant de régler l'admission de l'air.

L'injecteur I est placé immédiatement au-dessus d'une chambre de chauffe de gaz ff , munie intérieurement d'un galet perforé, destiné à régulariser le chauffage de la masse gazeuse, h et g sont deux gaines formant chicane par lesquelles s'échappent par les trous jjj les produits de la combustion de la rampe de chauffage, d est la couronne de chauffage que l'on allume par l'orifice o . La partie inférieure de la caisse B où se trouve la couronne de chauffage est perforée d'un certain nombre de trous iii d'admission d'air, C est le robinet d'allumage.

Ce brûleur est muni d'un système d'allumage particulier composé d'un robinet

à 2
voies,
et de
2 tubes
R et D,

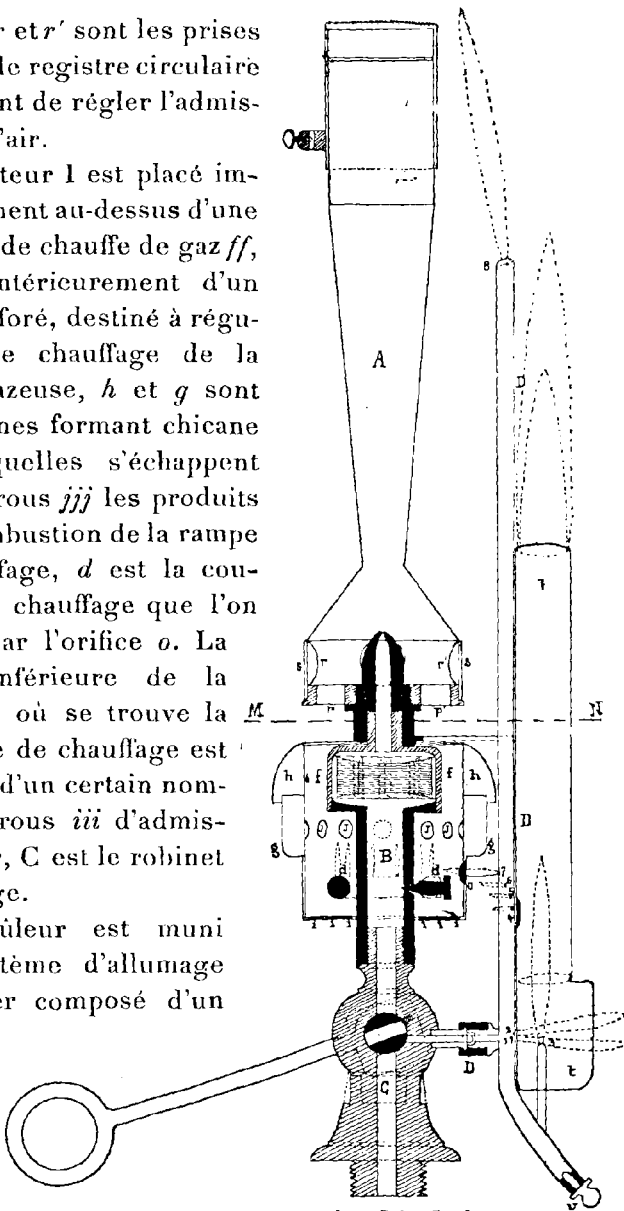


FIG. 41. — Brûleur Saint-Paul.

l'un plus étroit recevant du gaz pur et l'autre un mélange d'air et de gaz.

L'allumeur se compose d'un raccord trois pièces D', du tube cylindrique R, du tube cylindrique D ; *v* est un bouchon de dégorgeement et *t* des joues paravent. Le gaz s'échappe par les orifices 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8.

Pour faire fonctionner cet allumeur : 1° on porte la clef du robinet à droite. Dans cette position, le gaz passe seulement dans le tube DD. On présente ensuite la perche d'allumage entre les joues paravent. Le gaz s'enflamme verticalement en 3 et horizontalement en 1 et 2, formant 2 dards à 45°. En même temps une flamme de Bunsen se manifeste dans le tube D et va enflammer le gaz s'échappant par l'orifice 8. Les orifices 4, 5, 6 et 7 laissent échapper des languettes de flamme qui, pénétrant par l'orifice *o*, vont allumer la couronne *d*.

On ramène ensuite la clef du robinet verticalement.

Dans cette position le gaz ne passe plus que dans la couronne, la chambre de chauffe et le brûleur A. Par suite d'une disposition spéciale du canillon du robinet, le gaz de A s'enflamme immédiatement au haut du brûleur avant l'extinction des tubes allumeurs.

Ce système d'allumage fonctionne depuis le mois d'août sur un certain nombre de voies publiques parisiennes. Son fonctionnement est assez régulier.

Le tableau suivant donne un résumé des expériences effectuées au laboratoire de la vérification du gaz de Paris sur un brûleur Saint-Paul muni d'un seul manchon.

La lecture de ce tableau montre que l'intensité lumineuse croît proportionnellement à l'augmentation de consommation du gaz par heure.

TABLEAU XVII

CONSUMMATION DE GAZ PAR HEURE veilleuse comprise (15 litres)	INTENSITÉ LUMINEUSE horizontale, en carrels	PRESSION D'ÉCOULEMENT en millimètres d'eau	DÉPENSE DE GAZ EN LITRES par carrel-heure (veilleuse comprise)
297 litres	20,77	70	14,29
350 —	24,19	70	14,46
350 —	24,53	70	14,27
500 —	37,20	150	13,50
573 —	59,00	197	9,70

Les essais photométriques ont prouvé que le chauffage préalable du gaz procurait, à intensité égale, une économie d'environ 25 pour 100.

Éclairage à incandescence à l'aide du gaz à l'eau. — Un assez grand nombre d'essais d'applications de gaz à l'eau à l'éclairage à incandescence ont été actuellement faits.

Une tentative fut faite à Vienne en 1896, sur la décision du conseil municipal de cette ville.

Les prix comparatifs de l'éclairage à incandescence par le gaz à l'eau et par le gaz de houille ordinaire sont les suivants :

Prenant le gaz à l'eau à 0 fr. 06 le mètre cube et une consommation moyenne de 226 lit. 8 à l'heure, le prix du gaz par heure et par brûleur sera de	0 fr. 014
Un manchon à 2 fr. 05 durant 500 heures coûte par heure.	0 004
Prix de la lumière (105 unités Hefner) de 1 brûleur par heure.	0 018
Prenant le gaz de houille à 0 fr. 20 le mètre cube et une consommation de 140 litres à l'heure, le prix de la lumière (15 unités Hefner) pour un brûleur et par heure.	0 027

Donc l'éclairage par le gaz à l'eau produira une

économie de 39 pour 100 sur le prix de revient et donne une quantité de lumière sept fois plus grande qu'avec le gaz de houille brûlé à la manière ordinaire. Le gaz à l'eau épuré imparfaitement et contenant encore du fer-carbonyle produit un dépôt d'oxyde de fer sur les manchons qui sont alors rapidement détériorés. Ce dépôt ne se produit, en général, qu'à la partie supérieure du manchon Auer ou du peigne Fahnehjelm.

Pour éliminer le fer-carbonyle du gaz à l'eau, on l'épure par l'acide sulfurique. Ce procédé d'épuration est malheureusement coûteux et rendrait l'application du gaz à l'eau impraticable. M. Dicke propose de goudronner intérieurement et extérieurement les conduites destinées au gaz à l'eau et considère alors les scrubbers à acide sulfurique de Strache comme superflus.

CHAPITRE VI

Régulateurs de pression. — Rhéomètres. Manomètres.

Conditions nécessaires à une bonne combustion. — Les conditions nécessaires au bon fonctionnement d'un brûleur sont subordonnées à certaines règles fixes, qui permettent d'utiliser ce brûleur toujours à peu près dans les mêmes conditions.

1° On doit d'abord choisir, pour obtenir le meilleur éclairage possible, un brûleur à gaz consommant proportionnellement le moins de gaz possible par bougie-unité développée ;

2° Une des conditions importantes à réaliser, pour obtenir un bon éclairage, est le réglage de la pression sous laquelle le gaz sort des brûleurs ;

3° Le réglage de la quantité d'air arrivant à la flamme doit être aussi parfaitement déterminé ;

4° L'air devra être aussi intimement mélangé que possible avec le gaz, avant son arrivée à l'orifice du brûleur, la combustion étant ainsi beaucoup plus parfaite et, par suite, la température de la flamme beaucoup plus élevée.

Nous nous occuperons principalement, dans ce chapitre, des organes destinés principalement à régler la pression du gaz avant son arrivée au brûleur.

Il est un fait bien connu : c'est que la pression du gaz dans les conduites d'alimentation est constamment soumise à des fluctuations, tantôt en plus, tantôt en moins.

Lorsqu'il y a excès de pression, la flamme du gaz fait entendre des bourdonnements et des sifflements et, dans ce cas, il y a consommation inutile de gaz et la quantité d'air introduite, restant la même, devient insuffisante et la flamme devient rouge et fumante.

Si la pression diminue, il y a excès d'air, la flamme se refroidit et le pouvoir éclairant diminue.

On voit donc, d'après cela, quel intérêt il y a à maintenir, entre de certaines limites, la pression du gaz avant son arrivée à l'organe de consommation ; ce point est particulièrement intéressant en ce qui concerne les brûleurs munis de manchons incandescents.

La constance de pression est obtenue à l'aide de petits appareils nommés *régulateurs de pression* ou *rhéomètres*.

Ces organes de réglage se placent, soit sur la conduite principale d'arrivée du gaz, soit un peu avant le brûleur.

Ce dernier dispositif, qui exige l'emploi d'un rhéomètre ou régulateur pour chaque bec, est le meilleur.

L'emploi de ces régulateurs de pression, qui sont presque indispensables pour un bon éclairage incandescent, produit une économie dans la consommation du gaz, une grande amélioration dans la fixité et la stabilité de la flamme, en évitant les ronflements et les sifflements produits par une surpression.

Il y a deux sortes de régulateurs : les régulateurs *secs* et les régulateurs *humides*. Tous ces régulateurs sont fondés sur le principe consistant à faire déplacer, sous l'action des variations de pression du gaz, un petit

dispositif d'obturation quelconque, qui augmente ou diminue la section de départ du gaz.

Leur sensibilité dépend surtout du diamètre du disque ou de la cloche mobile.

RÉGULATEURS SECS.

Les régulateurs de cette classe sont constitués en principe par un disque métallique très léger, pouvant se placer dans le tuyau d'arrivée du gaz.

Il entraîne, dans son mouvement, un obturateur qui ferme plus ou moins l'orifice de sortie du gaz, jusqu'à ce que la somme des différences de pression exercées sur cet organe soit constante et égale à son poids.

Parmi les régulateurs de cette classe, nous pourrions citer le régulateur à diaphragme de cuir de William Sugg, le régulateur Lux à lames de cuivre ondulé, et le régulateur Girond.

Régulateurs Lux (fig. 42). — Le flotteur est formé

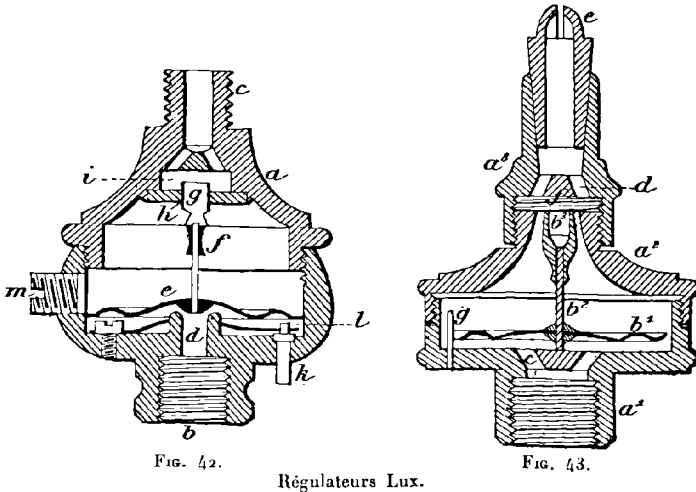


FIG. 42.

Régulateurs Lux.

FIG. 43.

d'une lame de laiton ondulée *e* ayant une surface relative-

vement grande pour un poids très faible. L'appareil fonctionne donc sous une pression très minime. La tige verticale, fixée au centre du disque, ne lui permet que des mouvements dans le sens vertical, et empêche par suite tout coincement du flotteur, par suite d'un mouvement latéral.

L'arrivée du gaz se fait en *b*. La vis *m* permet de faire varier la consommation entre des limites de 100 à 300 litres par heure.

La figure 43 représente une nouvelle forme de ce régulateur, la vis de réglage de consommation est supprimée et la partie supérieure du régulateur offre une forme parabolique facilitant le jeu de la soupape de laiton, en empêchant tout coincement. La vérification du fonctionnement, ainsi que le nettoyage de ce régulateur, sont plus faciles que dans le premier modèle.

La figure 44 représente un modèle de régulateur sec pour lampes intensives. Le principe en est toujours le même, la seule différence étant que le gaz passe de haut en bas comme l'indique la figure.

Ces régulateurs sont, en général, moins sensibles que les suivants.

Rhéomètre Giroud. — La figure 45 représente le rhéomètre Giroud, qui se compose d'un disque métallique

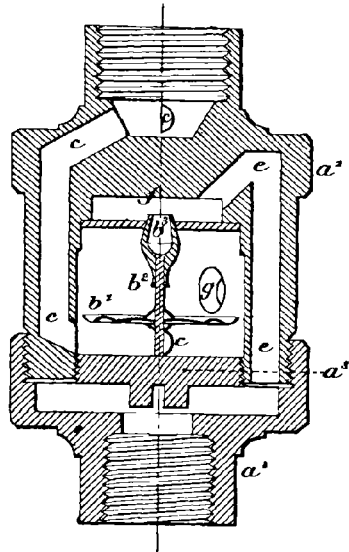


FIG. 44. — Régulateur Lux pour lampe intensive.

léger, guidé par une petite tige glissant dans une coulisse. Le gaz arrive par la partie inférieure du régulateur. L'inspection de la figure fait comprendre le fonctionnement de cet appareil.

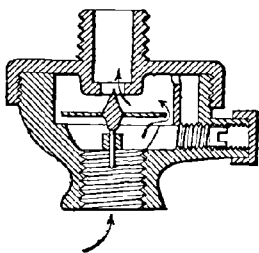


FIG. 45. — Rhéomètre Giroud.

RÉGULATEURS HUMIDES.

Les régulateurs humides emploient un flotteur en forme de coupe ou de cloche, plongeant soit dans du mercure, soit dans de la glycérine ou de l'huile d'amandes douces.

Parmi cette classe de régulateurs, nous pouvons citer les régulateurs anglais de Sugg, de Peebles à mercure, de Stott, de Shaw, d'Ewart, etc.; le régulateur américain Amick est muni d'un globe de laiton, flottant sur un bain de glycérine, le régulateur Wilder, et enfin le régulateur français Giroud.

Régulateur Giroud (fig. 46). — Ce régulateur est formé par une petite cloche métallique, percée d'un trou

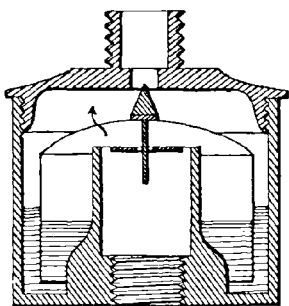


FIG. 46.
Régulateur Giroud.

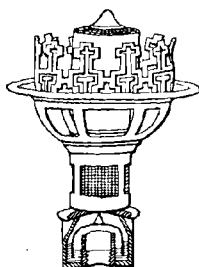


FIG. 47. — Brûleur à gaz
muni d'un rhéomètre Giroud.

et renversée sur une petite cuvette contenant de la gly-

cérine ou de l'huile d'amandes douces. La cuvette contient un demi-centilitre de glycérine ou d'huile d'amandes douces. A sa partie supérieure, la cloche est munie d'une pointe conique pouvant obturer, plus ou moins, la conduite de départ. Ce rhéomètre fonctionne avec 10 millimètres de pression. La figure 47 représente ce régulateur placé au-dessous d'un brûleur.

Régulateur Oberlé. — Est fondé sur le même principe.

Il se compose d'une cloche métallique flottant sur un bain de mercure et traversée par une tige pouvant supporter un certain nombre de poids de réglage, munie à sa partie inférieure d'un système obturateur.

Il se place ordinairement à la sortie du compteur à gaz.

Les régulateurs humides sont plus sensibles que les régulateurs secs, mais ils exigent un remplacement assez fréquent de la glycérine ou de l'huile employée.

En employant un de ces régulateurs, on remédiera donc aux variations de pression qui se produisent à tout instant dans les conduites, les diverses compagnies productives du gaz se trouvant obligées de donner au départ une pression uniforme souvent trop forte pour les quartiers supérieurs d'une ville.

Ces divers systèmes de régulateurs ne fonctionnent qu'à partir d'une certaine pression, par exemple 17 à 18 millimètres et pour un débit constant, maintiennent toujours cette pression.

Les variations de pression ont une influence marquée sur les brûleurs à incandescence. Ainsi, un bec Auer n° 1 ou 2, ayant un débit normal, sous une pression de 20 millimètres par chaque millimètre de variation de pression, donne une variation de consommation de 2 litres 5.

Dans le cas où l'on n'emploierait pas de régulateurs, le réglage des becs se fait en agrandissant ou en diminuant les trous d'arrivée du gaz à l'aide d'un alésoir ou d'un matoir. L'agrandissement des trous, qui se trouvent à la partie supérieure du dé conique d'admission, se fait de l'intérieur à l'extérieur, dans le sens de la marche du gaz.

Cette opération doit se faire sur chacun des trous et ne pas porter plus particulièrement sur l'un que sur l'autre, car sans cela le manchon brûlerait irrégulièrement.

Pour diminuer les trous, par le matage, on doit opérer aussi régulièrement, les mêmes inconvénients pouvant se produire par suite de la présence de trous de diamètre irrégulier.

Réglage de l'arrivée de l'air. — La quantité d'air entraîné par le gaz, sortant du dé d'admission et qui fait fonction d'un véritable injecteur, peut être réglée en faisant varier la position en hauteur des trous d'admission d'air.

Plus ils seront placés bas, plus la quantité d'air introduite sera faible.

L'admission de l'air est réglée beaucoup plus facilement à l'aide d'une bague mobile, percée de deux ou de quatre trous, qui se juxtaposent aux trous propres du brûleur. Ce dispositif est le même que celui employé dans les brûleurs Bunsen pour laboratoires. Il permet de régler exactement la quantité d'air à introduire, pour obtenir une combustion complète du gaz et, par suite, l'élévation de température maximum, point qui est absolument nécessaire pour arriver à une belle incandescence du manchon.

Ce réglage est très important, car nous avons signalé précédemment, à propos de la pression du gaz, les in-

convénients graves que produit sur la flamme une trop grande ou une trop faible arrivée d'air.

Conditions d'une bonne flamme. — La flamme d'un brûleur Bunsen se compose :

- 1° D'une partie bleu clair centrale, très peu chaude ;
- 2° D'une partie bleutée, presque incolore, extérieure et extrêmement chaude.

C'est cette dernière qui doit prédominer, la partie bleue moutonnant à la surface du brûleur. Seule, la partie incolore, extérieure de la flamme, doit toucher le manchon,

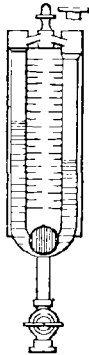


FIG. 46. — Manomètre.

qui prend alors une superbe incandescence. Il faut donc que ce dernier ait une forme aussi régulière que possible, afin qu'aucune de ses parties ne plonge dans la partie froide de la flamme, où elle n'émettrait aucune lumière.

Le débit des brûleurs se règle à l'aide d'un comp-

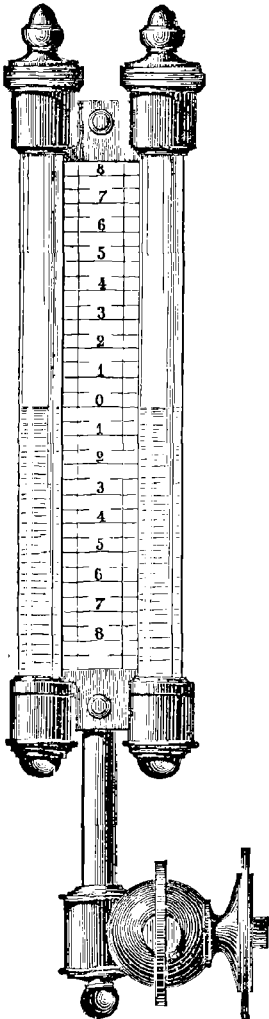


FIG. 48. — Compteur de consommation.

teur de consommation et de manomètres (fig. 48 et 49). Ce dernier donne la pression du gaz en centimètres de 5 à 40 centimètres et le compteur de consommation indique le débit en litres.

Si, par exemple, on a un brûleur fonctionnant avec un débit de 115 litres et une pression de 250 millimètres et que le compteur n'indique qu'un débit de 100 litres, on ouvrira, à l'aide d'un alésoir, les trous d'arrivée du gaz. Dans le cas contraire, on fera un matage de ces mêmes trous.

CHAPITRE VII

Allumage des becs à incandescence.

Systèmes en usage. — L'allumage des brûleurs munis de manchons incandescents doit toujours se faire avec précaution, à cause de la grande fragilité du manchon, qui se trouverait brisé assez rapidement, s'il était souvent soumis à la commotion assez violente produite par l'explosion du mélange d'air et de gaz, amenée par l'allumage.

C'est pourquoi dans l'éclairage domestique cette opération se fait toujours en introduisant au bas du brûleur et tout proche du manchon un allumoir muni d'une petite éponge imbibée d'alcool.

Le robinet est ensuite ouvert doucement et l'allumage se produit ainsi sans amener aucune explosion.

Ce système d'allumage à la main est pratiqué encore non seulement pour l'usage domestique, mais aussi pour l'éclairage public. Ce procédé primitif, qui ne permet à un agent d'allumer que 60 à 70 becs en 40 minutes, et en suivant un itinéraire connu d'avance, tend à être remplacé actuellement par divers systèmes d'allumages automatiques.

Nous diviserons donc ce chapitre sur l'allumage public en 3 parties :

1^o Allumage ordinaire à la perche (rampe ou cuiller) ;

TRUCHOT.

13

2° Allumage automatique par condensation du gaz ;

3° Allumage automatique à toutes distances par le courant électrique.

Dans les deux premiers genres d'allumage, le robinet du brûleur doit toujours être tourné, soit à la main, soit à l'aide d'un dispositif quelconque (allumoir, chaînette, perche, etc.), tandis que le dernier système permet d'allumer à une distance quelconque, sans tenir compte du robinet actuel, ce qui rapproche comme commodité d'allumage et d'extinction le gaz de l'électricité.

Les brûleurs de Berlin sont allumés au moyen d'une veilleuse disposée au point d'échappement du gaz et brûlant près du manchon. Avec ce dispositif, le manchon est toujours incandescent à l'endroit où la veilleuse le touche, ce qui le fatigue ; c'est un assez grave inconvénient. Depuis quelques années on tend cependant à remplacer ce mode d'allumage par un système d'allumage automatique.

Allumage ordinaire. — Le bec Auer, qui a été en partie adopté pour l'éclairage de la ville de Paris, a amené la modification des lanternes ordinaires, afin de le mettre à l'abri du vent et de permettre son allumage à l'aide des petites lampes à essence portées à l'extrémité d'une perche, déjà employée pour les becs papillons. On conçoit que le manchon éclairant que nous avons étudié, si fragile et si léger, ne pouvait s'accommoder des lanternes ordinaires ouvertes à tous les vents.

Deux systèmes ont été proposés pour l'allumage public par la *Société Française d'incandescence par le gaz* (système Auer).

La figure 50 représente le procédé d'allumage à la rampe, la figure 51 celui d'allumage à la cuiller.

Allumage à la rampe. — L'allumage à la rampe (fig. 50) se pratique de la façon suivante :

Dans la position 1 le robinet alimente de gaz une petite rampe verticale, terminée inférieurement par un bouton d'allumage et qui s'élève jusqu'au manchon.

Dans la position 3 le robinet est fermé, et dans la position 2, il est ouvert en plein.

La manœuvre consiste à placer le robinet dans la position 1 à allumer la rampe et finalement à ramener vivement le robinet de la position 1 à la position 2, de manière qu'il reste un peu de gaz brûlant dans la rampe lorsque le gaz s'échappe par le bec.

Ce système d'allumage a l'inconvénient de produire des heurts un peu trop violents.

L'allumage à la rampe est surtout employé pour les foyers élevés, où il est en général très difficile aux allumeurs de bien placer leur lampe à l'extrémité de l'ajutage du système à cuiller.

Les principaux inconvénients de l'allumage à la rampe sont : l'obstruction des trous par la poussière ou les oxydes, la flamme noircissant les verres, et les chocs résultant de l'allumage.

Allumage à la cuiller. — Pour ce genre d'allumage qui est le plus répandu, on ouvre le robinet en plein, le

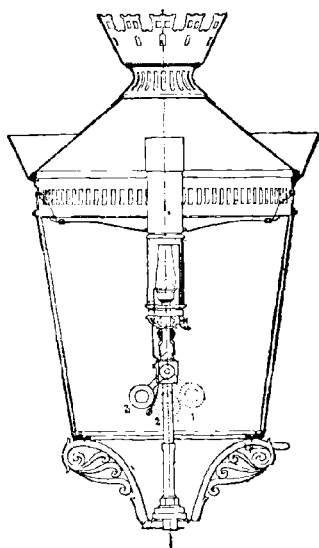


Fig. 50. — Lanterne pour bec Auer.
Allumage à la rampe.

gaz monte jusqu'à une sorte de coupe renversée appelée cuiller, puis s'échappe de là par un ajutage recourbé et faisant saillie extérieurement à la lanterne. Le gaz est allumé à l'extrémité de cet ajutage à l'aide de la lampe à essence, et la flamme gagne le bec de haut en bas (fig. 51).

Un grave inconvénient de ce système est l'explosion qui a lieu lors de l'allumage et qui ébranle chaque fois le manchon assez violemment pour le détériorer rapidement.

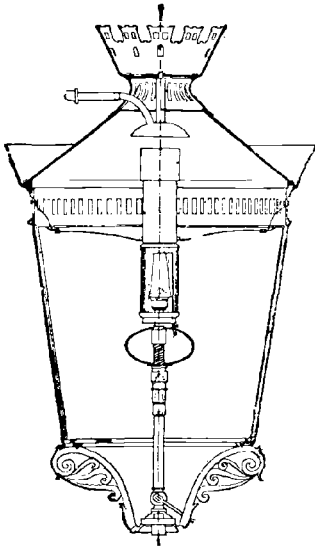


Fig. 51. — Lanterne pour bec Auer.
Allumage à la cuiller.

Le bec représenté dans la figure 51 est du type n° 2 (débit : 115 litres à l'heure). Il est protégé par un verre à baguette formant cheminée de tirage, et il est suspendu par des ressorts qui le protègent contre les vibrations du sol. Nous verrons que ce système a été appliqué aussi aux lanternes destinées à l'éclairage des wagons.

Pour l'allumage des lanternes contenant plusieurs becs à incandescence on ajoute un porte-flamme mobile autour du bec principal et qui décrit sous la série des becs une circonférence horizontale complète. L'un d'eux ayant été allumé, le porte-flamme allume les autres en tournant. Ce porte-flamme est mû par deux roues dentées, reliées par une chaîne Vaucanson. La roue de commande fixée contre un des montants de la lanterne porte une béquille qu'il suffit de pous-

ser avec une perche, pour obtenir la rotation du porte-flamme.

L'allumage se fait donc en deux opérations : 1° allumage d'un brûleur ; 2° mise en mouvement du porte-flamme permettant d'allumer tout ou partie des brûleurs.

Malgré les légers inconvénients de l'allumage à la

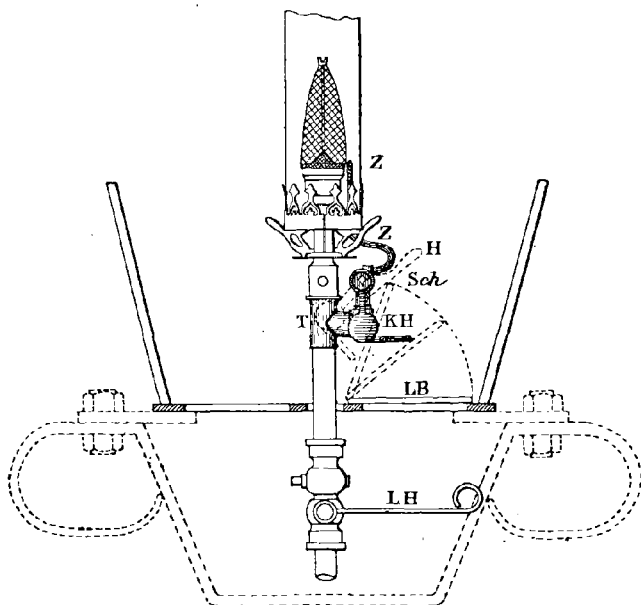


Fig. 52. — Allumage à la lampe (Berlin).

cuiller, les manchons placés dans les lanternes allumées par ce système ont dépassé notablement, comme durée, celle de ceux placés dans des lanternes munies du système d'allumage à la rampe.

Le mode d'allumage suivant employé à Berlin se compose (fig. 52) d'un petit appareil qui est fixé par une vis sur le tube du brûleur. L'allumage et l'extinction se font à l'aide d'une perche, comme dans le cas

de l'allumage à la rampe ou à la cuiller. On ouvre le robinet LH puis on pousse la porte de la lanterne LB, qui par son mouvement de rotation figuré en pointillé sur la figure pousse sur le côté la boule mobile à levier KH, qui ouvre l'entrée du gaz dans la rampe d'allumage Z. Le gaz s'enflamme à travers les trous et communique instantanément le feu au manchon.

Par le retrait de la perche-allumoir, la flamme d'allumage s'éteint aussitôt.

Allumage automatique. — 1° *Par condensation des gaz.* — Le principe de ce genre d'allumage est celui du classique briquet à hydrogène, découvert en 1830 par Døbereiner, et qui eut pendant très longtemps un certain succès comme allume-cigares. L'hydrogène se dégagait devant une petite boule de platine poreux, de mousse ou d'éponge de platine. La condensation de l'hydrogène avait lieu avec une telle énergie que le platine devenait incandescent, l'hydrogène s'enflammait et allumait une petite lampe à huile.

La mousse de platine a donc la propriété d'enflammer l'hydrogène, mais il lui est beaucoup plus difficile, pour ne pas dire impossible, d'enflammer le gaz d'éclairage, lequel est composé en majeure partie de méthane d'hydrogène et d'autres carbures d'hydrogène.

Les appareils auto-allumeurs, que nous allons étudier, emploient donc soit la mousse de platine seule, soit mélangée d'un peu de mousse de rhodium ou d'éponge de palladium.

Ces substances ont la propriété d'absorber très rapidement l'hydrogène ; le phénomène a lieu avec une élévation de température suffisante pour rendre l'éponge métallique incandescente, et par suite permettre à celle-ci d'enflammer le gaz.

Comme nous l'avons dit, ce phénomène a lieu facilement avec la mousse de platine et l'hydrogène, mais le gaz de houille, en raison de l'hydrogène qu'il contient, rend bien l'éponge incandescente, mais l'inflammation n'a pas lieu à cause de la présence de ses autres constituants.

En plaçant dans l'éponge un fil de platine fin, l'incandescence de l'éponge se transmet au fil, et celui-ci enflamme un mélange de gaz et d'air à l'entrée des brûleurs.

L'allumage au début a lieu très rapidement, mais l'éponge de platine s'encrassant et perdant par suite peu à peu sa porosité, l'inflammation devient de plus en plus lente.

Duke, le premier, trouva un remède à cet inconvénient.

Système Duke. — Il satura des substances poreuses, telles que l'écume de mer avec une dissolution de chlorure de platine, puis les chauffa à une température inférieure à 100 degrés centigrades dans un courant d'hydrogène ou de gaz d'éclairage.

Le chlorure de platine était ainsi réduit, et l'écume de mer se trouvait imprégnée de platine métallique extrêmement divisé.

Les produits ainsi obtenus étaient assez durables. La masse poreuse était également traversée par un fil de platine ayant une extrémité libre.

Ce dispositif fut appliqué aux becs papillons (fig. 53).

La substance poreuse est placée à côté du brûleur, dans l'axe de la fente, de manière à recevoir le jet gazeux qui déterminera le phénomène de condensation puis l'inflammation. Le fil de platine est placé un peu à côté de la fente du brûleur, de manière à se trouver

dans un mélange de gaz et d'air et non dans une atmosphère de gaz pur.

Ce système s'est peu propagé, il se produisait assez souvent des ratés, le fil de platine pendant le nettoyage du brûleur était quelquefois tordu, abimé, etc.

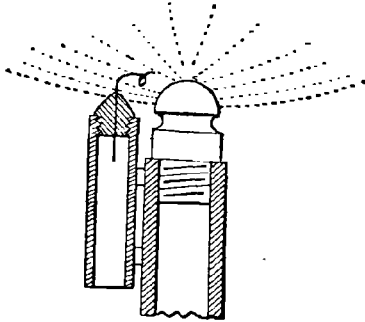


Fig. 53. — Système Duke.

Ce système fut appliqué aux brûleurs à incandescence, la matière platinée était suspendue au dessus du manchon par un fil de platine relié à la tige porte-manchon

ou au haut de la cheminée du bec. Ce système était trop fragile et n'a pas donné de résultats pratiques.

M. Rilling a proposé d'enduire la partie supérieure du manchon d'une solution d'un sel de platine facilement réductible, de manière à rendre le manchon auto-allumeur.

Système Canellopoulos. — M. Canellopoulos s'est proposé de réaliser l'allumage automatique des brûleurs à incandescence ou autres par la simple manœuvre d'ouverture du robinet.

Cet inventeur emploie un mécanisme à fonctionnement automatique, pour la fermeture d'un petit tube alimentant une flamme d'allumage placée près des brûleurs, système dont la caractéristique est que la flamme d'éclairage chauffe un corps liquide ou gazeux actionnant le mécanisme de fermeture du tube d'allumage, de sorte que ce tube reste fermé tant que la flamme d'éclairage brûle (fig. 54).

L'échauffement et la dilatation de l'air furent d'abord employées pour la fermeture automatique de la flamme d'allumage. Du raccord au-dessous du brûleur d'un bec à incandescence par un petit tube recourbé, dans la partie supérieure duquel s'emboîte l'amorce d'un petit tube

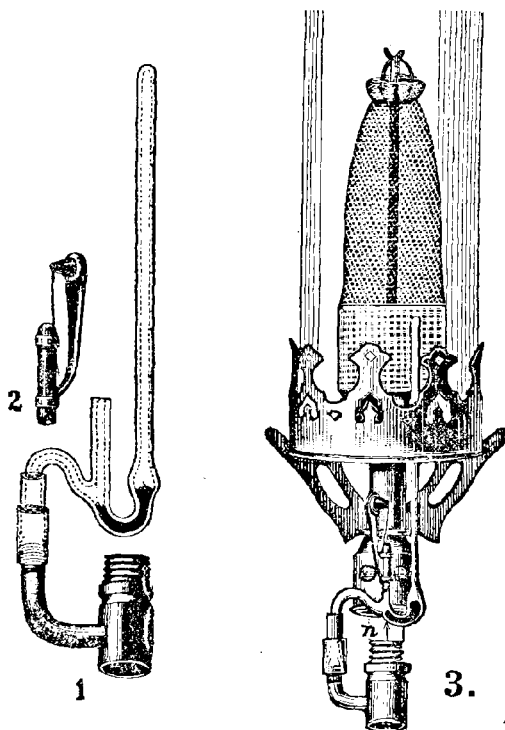


Fig. 54. — Système Canellopoulos.

en U en verre, dont les deux branches d'inégale hauteur sont tournées vers le haut.

Sur la branche courte est fixée la masse poreuse d'inflammation et le bec d'allumage, la branche longue, fermée à l'extrémité et pleine d'air s'élève le long du manchon.

L'air est enfermé dans cette branche au moyen d'un index de mercure mobile dans la partie basse du tube en U et venant obturer, lorsqu'il est refoulé vers la petite branche, le passage du gaz se rendant à l'appareil allumeur.

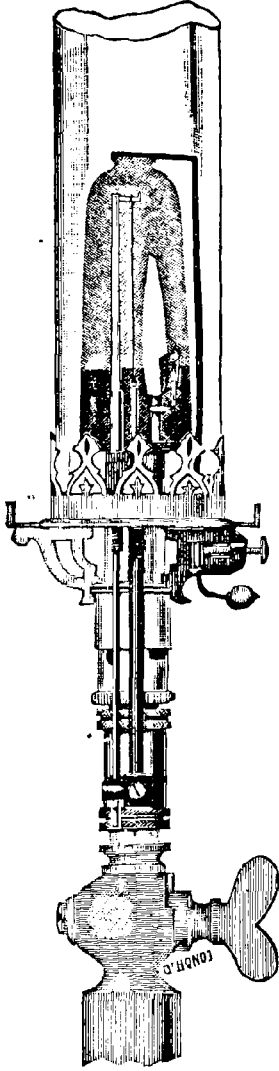


Fig. 55. — Brûleur muni du Self-Inducteur.

En ouvrant le robinet du bec, le gaz passe librement au brûleur d'éclairage et à l'appareil allumeur, puisque l'index de mercure est au bas du tube en U. Le jet s'enflamme et allume le bec d'éclairage, mais peu après l'air contenu dans la grande branche s'échauffe, se dilate et chasse l'index de mercure dans la branche courte du tube en U fermant ainsi le passage du gaz de l'appareil allumeur, lequel alors s'éteint.

Lorsqu'on ferme le robinet, la flamme d'éclairage s'éteint et l'index de mercure revient à sa première position.

Systeme de la Société du Self-Allumeur. — Les allumeurs automatiques basés sur le principe précédent ont été notablement perfectionnés par la maison Ludwig, Loewe et C^{ie}.

Le principal avantage de ces appareils sur les anciens réside

dans le fait que le gaz ne peut se dégager du brûleur à incandescence, que lorsque la flamme d'allumage est en activité et qu'il ne peut s'échapper de gaz du brûleur à incandescence, même si le mécanisme d'allumage venait à manquer.

Le mouvement dans ces nouveaux appareils est donné par un fil de platine.

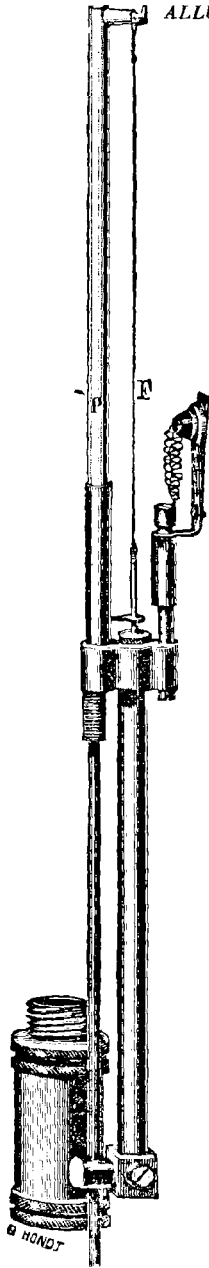


Fig. 56. — Self-Allumeur.

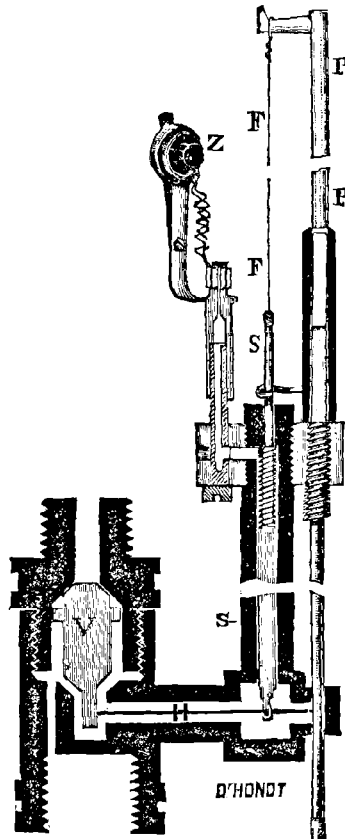


Fig. 57. — Coupe du système Self-Allumeur.

La figure représente une vue perspective de l'appareil d'allumage.

La figure 55 montre l'appareil relié à un brûleur à incandescence.

Le fil de platine (fig. 56 et 57) sert à effectuer l'admission de gaz soit à la flamme d'allumage, soit à la flamme principale.

Il est fixé en haut à un crochet latéral du support en porcelaine p , et en bas par un crochet en laiton à la tige mobile s qui est attirée vers le bas dans le canal α par un ressort en forme d'hélice. Un trou pratiqué dans le bas de la tige s donne passage au levier rond h dont l'une des extrémités repose dans une échancrure d'une vis extrême, et l'autre dans une échancrure de la soupape v .

Le support en porcelaine p s'engage librement par son extrémité inférieure dans la tuyère en laiton m et par la traction exercée par la vis f , il peut être suffisamment élevé pour que le fil de platine f se tende et attire le levier h en soulevant la soupape v jusqu'à la fermeture du canal à gaz supérieur conduisant au brûleur à incandescence.

En ouvrant maintenant le robinet à gaz e , le gaz venant d'en bas trouve la soupape o sur son siège et est obligé de passer autour de h et de s pour arriver au bec d'allumage au-dessus de 3. Ici le gaz s'échappant porte d'abord à l'incandescence la masse d'inflammation z , sur quoi un fil de platine fin, conduisant de z au brûleur, arrive bientôt à l'incandescence blanche et allume le gaz. Or, le fil de platine f est chauffé par la flamme d'allumage et se détend un peu, de manière que la tige s cède à la pression du ressort en hélice en a et puisse se déplacer vers le bas. Ce mouvement est transmis au levier h et produit un abaissement de l'extrémité gauche de h ainsi que de la soupape v .

Le gaz peut maintenant arriver au brûleur à incandescence où il est allumé par la flamme d'allumage, qui est dirigée de manière à toucher le manchon. La flamme principale chauffe encore davantage le fil de platine f qui se détend encore plus, de manière que la tige s pousse davantage vers le bas le levier h et la soupape v , jusqu'à ce que cette dernière repose sur le bas et ferme la conduite du gaz d'allumage.

Au moyen de la vis 1 , le fil de platine f peut être disposé de manière que la soupape v , alimentant la flamme principale, ne débite que progressivement et que son allumage se fasse sans explosion.

En éteignant la flamme principale, par la fermeture du robinet à gaz, par suite du refroidissement et du raccourcissement du fil de platine f , la tige s , le levier h et la soupape v font un mouvement contraire à celui qui vient d'être décrit, de sorte que la conduite principale se referme et que la conduite d'allumage se rouvre.

Comme le refroidissement demande un certain temps, quoique étant très rapide, il ne faut pas ouvrir le robinet à gaz immédiatement après la fermeture, car la conduite principale n'est pas encore tout à fait fermée et la conduite d'allumage tout à fait libre, l'allumage ne serait pas certain et se produirait avec explosion.

Pour juger de ces appareils, il faut aussi envisager la durée de la masse poreuse d'inflammation, qui, quoique plus perfectionnée que celle de Duke, présente toujours l'inconvénient de s'encrasser plus ou moins rapidement sous l'influence des extinctions et des allumages répétés.

Système Guyenot-Château. — Cette invention consiste en un système de distribution d'allumage et d'ex-

inction à distance des becs de gaz par l'électricité. Tous les becs d'un secteur, munis chacun de l'appareil décrit ci-après, sont montés soit en dérivation, soit en tension sur une ligne émanant d'une source d'énergie électrique, piles, accumulateurs ou dynamo et pourvue de rhéostats-commutateurs particuliers.

Malgré le montage en tension, les becs sont indépendants les uns des autres et une avarie à un bec, la destruction même de son brûleur n'empêche pas les autres de fonctionner. La résistance des appareils étant insignifiante on emploie les courants de faible tension.

L'appareil consiste en un distributeur-obturbateur d'une étanchéité pratiquement parfaite, mis en jeu par le courant et n'ayant de communication extérieure possible qu'avec le brûleur. Le robinet actuel est supprimé; il est remplacé pour obturer l'orifice du gaz par une bille d'aise inoxydable reposant sur son siège.

Le mouvement de cette bille qui se déplace en hauteur pour ouvrir ou fermer l'arrivée du gaz est obtenu à l'aide d'une petite pièce d'acier qui est tantôt aimantée tantôt à l'état neutre. Pour produire à volonté l'aimantation ou la désaimantation, on utilise d'une façon particulière le courant par des piles, des accumulateurs ou une dynamo, en le faisant passer pendant une ou deux secondes, dans une petite bobine agissant sur la pièce d'acier.

Quand celle-ci est aimantée, la conduite de gaz est ouverte; quand elle est à l'état neutre, la conduite de gaz est fermée.

Au moment où le courant passe, il agit sur un petit appareil placé en dérivation sur la bobine, près de l'orifice de sortie extérieure du gaz et suivant les modèles, l'allumage se produit soit par étincelle, soit par l'incandescence d'un fil infusible.

Tous les becs de gaz d'un réseau sont réunis par un fil aérien ou souterrain pour l'éclairage public d'une ville et semblable aux fils de sonnerie pour les installations intérieures.

Pour l'éclairage d'une ville, la manœuvre se fait sur un tableau placé à l'usine à gaz ou dans un poste central commandant plusieurs secteurs. Pour l'éclairage domestique on se sert de boutons commutateurs semblables à ceux employés dans les sonneries électriques.

Pour obtenir avec un seul fil conducteur des allumages et des extinctions partielles pour l'éclairage public, on ajoute à un certain nombre d'appareils ordinaires un aimant permanent placé dans une situation telle qu'il influence toujours la bille obturatrice et transforme ainsi l'appareil primitif en appareil polarisé s'ouvrant et se fermant suivant le sens du courant dans la bobine et sans que la pièce d'acier ait besoin d'être désaimantée.

L'appareil ordinaire, au contraire, une fois ouvert et allumé par un courant de sens quelconque, il est nécessaire que la pièce d'acier soit désaimantée pour produire l'extinction. On obtient cette désaimantation en faisant passer dans la bobine des courants alternatifs particuliers à phases extra-lentes et à intensité décroissante.

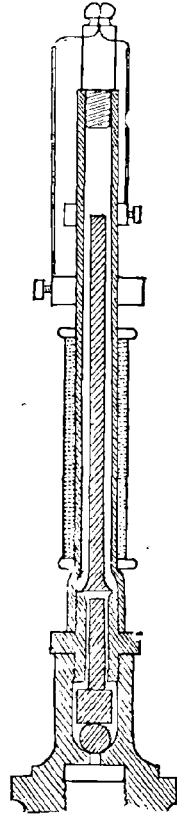


Fig. 58. — Système Guyenot-Château. (Allumage et extinction en une seule fois.)

Supposons un réseau d'éclairage composé des deux modèles d'appareils, les uns destinés à l'allumage et à l'extinction en une seule fois (fig. 58) les autres à allumage et extinction fractionnés (fig. 59). Supposons que l'allumage et l'extinction doivent se faire partiellement en 2 fois. Dans ce cas l'enroulement des bobines des appareils polarisés doit être tel, qu'ils restent inertes quand un courant de sens donné allumera les becs ordinaires. Ces appareils ont fonctionné un certain temps, pour l'éclairage d'un quartier de la ville d'Aix-les-Bains.

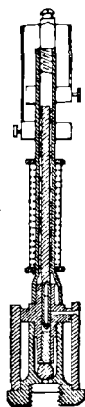


Fig. 59. — Système Guyenot-Château. (Allumage et extinction fractionnés.)

Système Scænderop. — Ce système basé aussi sur l'application de l'électricité à l'allumage a fonctionné à Berlin.

Les robinets à gaz sont munis de petits appareils électro-magnétiques permettant leur ouverture et leur fermeture et produisant l'étincelle aux brûleurs.

L'appareil de l'allumeur se compose d'une pile semblable à celle des sonneries électriques, d'une petite bobine Rhumkorff et d'un robinet commutateur.

De la verrerie dans l'éclairage à incandescence. — La distribution de la lumière émanant d'un manchon lumineux est, avec une cheminée cylindrique en verre ordinaire, très irrégulière, de plus, quelquefois, le verre absorbe les rayons jaunes ou rouges et ne laissant passer que les rayons les plus vifs réfrangibles, donne une teinte verdâtre à la lumière.

Certains fabricants d'Iéna sont cependant arrivés à produire un verre très résistant, et n'absorbant que très peu de radiations lumineuses.

Actuellement, pour diminuer l'effet désagréable dû à l'éclat trop intense des manchons, et pour corriger la répartition de la lumière, on emploie des globes dits « *holophanes* », ce qui veut dire entièrement lumineux. Ces globes sont excellents pour la bonne répartition des radiations fournies par les foyers intenses, tels que les manchons incandescents ou l'acétylène.

On a aussi employé des globes en verre ordinaire, mats, opalescents ou givrés, quelquefois teintés en rose pour corriger la teinte blafarde de la lumière Auer.

Dans ces conditions la perte de lumière est considérable et la diffusion peu satisfaisante.

Les globes holoplanes corrigent la distribution et ramènent le maximum de rayons dans l'angle d'éclairage utile et transforment la surface du globe en véritable appareil de distribution de lumière.

Les verres holoplanes sont formés extérieurement d'anneaux prismatiques, parallèles aux arêtes horizontales, au contraire la surface intérieure est formée de prismes verticaux dont chaque arête se trouve dans un plan passant par l'axe vertical du globe.

D'après M. Vivian Lewes, l'augmentation ou la diminution d'éclairage correspondant aux divers genres des globes sont les suivantes :

Globe holophane, forme tulipe.	12,3
— — forme conique.	13,1
— — rose, conique.	1,1
— blanc, opale.	7,5
— — poli.	12,4
Verre givré, tulipe.	11,2
— — rose.	23,2
Globe opale, rose.	34,1

On voit par les chiffres précédents que la coloration rosée de la lumière ne s'acquiert qu'aux dépens du pouvoir lumineux.

Les globes holophanes sont fabriqués à la presse en deux moitiés, faites chacune dans un moule spécial. L'enveloppe extérieure du moule porte les cannelures extérieures et le noyau, les cannelures intérieures, lesquelles sont gravées à la fraise.

Ce genre de verrerie, due à MM. Tsaroudalzi et Blondel, doit trouver son application dans tous les systèmes d'éclairage intensif employés actuellement.

Les verres à bague, qui sont beaucoup plus résistants que les autres, absorbent malheureusement énormément de lumière et sont à rejeter à cause de ce grave défaut. Les cheminées en mica absorbent 30 à 45 pour 100 de la lumière produite.

Quelques fabricants d'Iéna, entre autres la maison Lehott et C^{ie}, ont essayé de faciliter l'arrivée de l'air extérieur dans la flamme en ménageant dans la cheminée de verre des orifices latéraux, au lieu de la laisser entrer par le bas parallèlement à la flamme. On obtient ainsi, d'après les inventeurs, un accroissement d'effet lumineux parce que le tourbillon d'air produit une combustion plus vive dans la zone du mamelon.

Cette tentative est intéressante et n'a pas, croyons-nous, été appliquée à Paris.

CHAPITRE VIII

Incandescence par le pétrole et l'essence de pétrole.

Les commodités d'usage du pétrole, sa faible valeur, ont fait chercher depuis quelques années à appliquer ces liquides à l'éclairage à incandescence à l'aide de manchons d'oxydes.

Mais la complexité de ce liquide, qui est constitué par un mélange d'hydrocarbures bouillant à des degrés différents, ayant des points d'inflammation divers, a jusqu'ici empêché d'arriver à une bonne solution.

La gazéification parfaite du pétrole et de l'essence de pétrole avant son arrivée au brûleur est difficile à réaliser et si des particules liquides sont entraînées, il y a des productions d'une flamme semi-éclairante et dépôt de noir de fumée sur le manchon, lequel par suite se détériore.

Dans les becs à incandescence employés jusqu'ici, le liquide combustible est amené dans la chambre de vaporisation située soit au milieu, soit au-dessus de la flamme, à l'aide de tubes horizontaux ou verticaux, qui suivant le cas sont remplis de mèches pour l'aspiration par capillarité, ou remplis de matières filtrantes, ou bien absolument vides dans le cas où l'alimentation se fait par pression hydrostatique ou par l'air comprimé.

Les mèches et les matières filtrantes ont aussi pour

but de remédier aux effets des pressions et des contre-pressions sur le liquide à vaporiser.

L'inconvénient des mèches est que l'imprégnation se fait irrégulièrement et que leur action capillaire diminue par suite des impuretés qui s'y déposent. Avec une matière filtrante, ce même inconvénient reparait.

Dans les appareils à pression ce défaut est évité, mais alors il est difficile de calculer exactement la section de débit des tubes d'arrivée du liquide combustible.

Il est à espérer cependant que malgré ces difficultés on arrivera bientôt à trouver une lampe répondant aux desiderata demandés : bel éclairage, absence de mauvaise odeur, inexplosibilité, suppression du ronflement, etc., et qu'ainsi les habitants du plus petit hameau pourront bénéficier des avantages de l'éclairage par incandescence de manchons d'oxydes ; si toutefois l'acétylène, le dernier né du siècle de la lumière, ne vient pas d'ici à ce moment supplanter dans l'éclairage domestique le pétrole et ses congénères.

Il existe actuellement au moins une cinquantaine de types de lampes à pétrole à incandescence, mais aucune jusqu'ici n'a réalisé complètement, croyons-nous, toutes les qualités requises.

Nous allons décrire quelques-unes de ces lampes, en priant le lecteur qui désirerait de plus amples renseignements de se reporter aux chapitres donnant la nomenclature des divers brevets pris sur cette question.

Lampe Spiel et Bruchner (1). — Se compose d'un réservoir à pétrole A, rempli aux deux tiers, par l'orifice à fermeture hermétique C. *a* est un tube soudé allant jusqu'au fond du bassin A.

(1) *Journal de l'éclairage au gaz*, 1895.

Le pétrole est refoulé vers le brûleur par une pompe à air B et arrive au gazéificateur *d* par les tubes en fourches *c*.

Le gazéificateur *d* se compose d'un récipient annulaire, plat, du fond duquel part un tube *c*₁. Par l'extrémité de ce tube le pétrole gazéifié est conduit à la

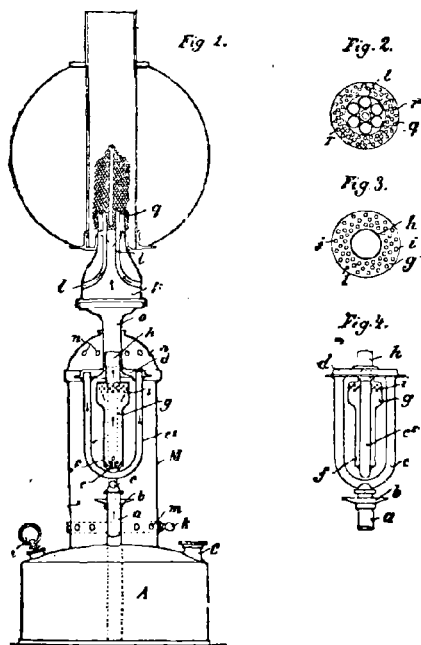


Fig. 60. — Lampe Spiel et Bruchner.

tuyère *e*, située à l'intérieur de la courbe du tube *c*₁; sur cette tuyère est fixé un tube *g*, dans lequel les gaz se mélangent à l'air entrant par les trous *f*.

Sous le gazéificateur *d*, le tube s'élargit et est percé sur la partie latérale et à son sommet d'une série de trous *i*, destinés à la sortie du gaz, qui en brûlant sert à chauffer le gazéificateur. Une partie des gaz chauds

est conduite par le prolongement *b* du tube *g* dans le brûleur Bunsen, situé au-dessus et se composant d'un vide *p* et d'un couvercle *q* muni de trous *r*. Les gaz brûlent et fendent le manchon incandescent.

Pour amorcer la gazéification, on brûle de l'alcool dans une cuvette *b*, entourant le tube *a*. La gazéification

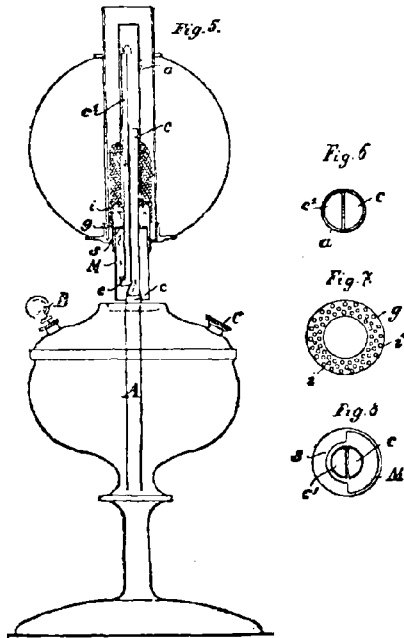


Fig. 6r. — Lampe Spiel et Bruchner (nouveau modèle).

ultérieure est opérée par la combustion d'une partie du gaz produit, qui sort par les trous *i*. Afin de concentrer les radiations calorifiques, le gazéificateur *d*, avec les tubes *c*, *c*₁ et *a*, et est entouré d'une enveloppe *M*, dans laquelle l'admission d'air et la ventilation sont faites par les orifices *m*, et peuvent être réglées par l'anneau *R* et les ouvertures *n*.

Les mêmes inventeurs ont construit un autre modèle de lampe dans laquelle la gazéification et l'incandescence sont obtenues par la même flamme. Le gazéificateur se compose de deux cylindres *a* fermés en haut, dans lesquels sont fixés deux tubes *c* et *c*₁, à demi cintrés, et pénétrant très avant.

Le tube *c* qui s'élargit en cylindre vers le bas entre dans le réservoir à pétrole A, jusqu'au fond. Une pompe à air B fait monter le pétrole dans ce tube, à l'extrémité duquel il se gazéifie pour entrer dans le cylindre *a*, par le tube G, qui pénètre plus avant.

Les gaz sont conduits à travers la flamme où ils sont chauffés et s'échappent ensuite par la tuyère *e*. Grâce à un manchon cylindrique, entourant les tubes *c* et *c*₁, ainsi que la tuyère *e*, les gaz mélangés à l'air sortent sous le couvercle *g* par les ouvertures *i*, et produisent par leur combustion l'incandescence du manchon.

La gazéification est amorcée en brûlant de l'alcool, dans la partie *b* du réservoir A.

Après deux ou trois heures d'allumage, on pompe à nouveau un peu d'air; deux ou trois coups de piston permettent d'obtenir la pression supplémentaire nécessaire, demi à trois quarts d'atmosphère.

Avec une consommation horaire de 50 grammes de pétrole, cette lampe fournit un éclairage de 6 à 7 car-cels.

Lampe Hantz. — Dans ce système, la pression pour faire monter le pétrole dans le gazéificateur s'opère aussi par un réservoir d'air comprimé contenu dans le pied de la lampe.

L'air emmagasiné dans le réservoir à l'aide d'une pompe de bicyclette suffit à consommer le pétrole contenu sans l'aide d'une nouvelle pression.

Avec une dépense de 50 grammes de pétrole par heure on peut obtenir un pouvoir éclairant de 8 carcels.

Lampe Auer. — Constituée par un bec rond ordinaire surmonté à quelques millimètres de l'extrémité supérieure du tube, de la mèche par un petit disque horizontal.

Pour allumer la lampe, il faut enlever le verre et baisser la mèche au ras du tube. Le verre est ensuite remis et on monte la mèche de manière à produire une flamme bleue, qu'accompagne un léger ronflement.

Au bout de quelques minutes, le régime s'établit et le manchon devient plus ou moins incandescent.

Pour l'amener à l'éclat voulu, il suffit de monter très doucement la mèche, sinon le bec file et le manchon noircit, ce qui arrive assez souvent.

La lampe donne une intensité de 2 à 3 carcels; et si l'on veut dépasser cette intensité et aller jusqu'à 4 et 5 carcels, le bec a tendance à filer.

La consommation pour 2 à 3 carcels est de 18 à 20 grammes de pétrole par carcel-heure.

Lampe Deselle fils. — Cette lampe (fig. 62), repose en principe sur la vaporisation d'essence minérale, produite par la chaleur existant sous le manchon réfractaire, par l'intermédiaire d'une tige conductrice disposée au milieu du manchon et s'enfonçant librement dans le corps métallique auquel aboutit le vaporisateur. Le corps métallique dans lequel arrive le mélange de vapeur d'essence et d'air qui doit alimenter le brûleur est pourvu d'un espace annulaire qui isole la tige axiale *d*.

L'alimentation d'essence se fait à l'aide d'un réservoir

supérieur et communiquant par un conduit avec une boîte distributrice, munie d'une aiguille de réglage.

Chacun des becs possède un semblable dispositif.

L'extrémité du conduit est muni d'un ajutage *c* que l'on peut obturer plus ou moins à l'aide de l'aiguille *b*. L'ajutage est fixé dans une saillie *x*, faisant partie du corps du bec. En face de l'extrémité de cet orifice se trouve la partie inférieure d'un tube coudé *f* en relation avec la chambre *G*, au-dessus de laquelle se trouve le tamis *H* surmonté du manchon *M*.

Une tige axiale *d* se trouve à l'intérieur du manchon éclairant son autre extrémité pénétrant à frottement doux dans le tube *e*.

L'essence après avoir traversé la mèche *m*, concentriquement à l'aiguille de réglage *b*, arrive à l'ajutage *c*. Le manchon étant incandescent se transmet par la tige *d* et le tube *e* à la masse du bec et par suite au bloc *x*, dans lequel est fixé l'ajutage, par lequel sort l'essence qui s'est vaporisée. La vapeur d'essence

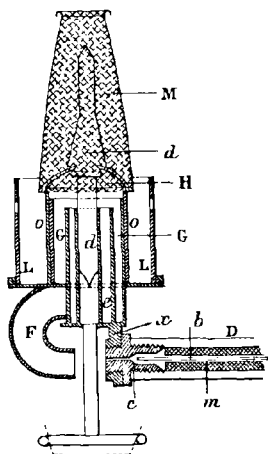


Fig. 62. — Lampe Deselle fils.

se précipite sous forme de jet très mince dans l'orifice inférieur du tube coudé *F*, injectant en même temps une certaine quantité d'air, puis le mélange arrive dans la chambre *G* sous le manchon.

Pour éviter le refroidissement de la tige *d* et du tube *e* on dispose un second tube *k*, concentrique au premier, qui le met à l'abri du refroidissement dû à l'air extérieur ainsi qu'au passage du mélange d'essence et d'air injecté.

Lampe Lux. — Dans le système Lux (fig. 63), le liquide combustible est conduit dans la chambre de vaporisation, sous forme de filets extrêmement fins et nombreux.

Le gazéificateur a lieu, comme un certain nombre de ces lampes, par la seule action de la flamme.

Le brûleur se compose du tube d'arrivée *a*, qui se bifurque et dont les branches convergent à leur partie supérieure et pénètrent dans la chambre de vaporisation *b*. Les vapeurs engendrées descendent verticalement vers le bas, par deux petits tubes *cc*, lesquels se réunissent en un injecteur *d*. De là les vapeurs s'échappent verticalement et finissent par être brûlées à côté ou sous la chambre de vaporisation, au-dessus d'un grillage *a* sur lequel est placé le manchon incandescent F.

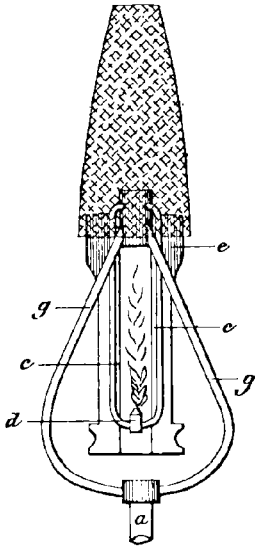


Fig. 63. — Lampe Lux.

A l'intérieur des tubes d'arrivée sont logés des tubes métalliques fins en faisceaux *g*, qui obligent le pétrole à se subdiviser en filets minces, ce qui favorise notablement la vaporisation et la gazéification.

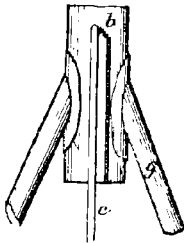


Fig. 64. — Détail du brûleur Lux.

L'admission rapide de l'huile de pétrole et la disposition de l'injecteur *d* permettent une aspiration énergique de l'air entourant le brûleur, ainsi que la production du mélange intime de vapeur de pétrole et d'air.

Lampe Hadmar. — Dans ce système, fig. 65, le brûleur

se compose d'un bec A, formant anneau creux, rond, méplat ou droit, dans lequel passe la mèche, laquelle plonge dans le réservoir contenant le liquide à gazéifier.

A la partie supérieure, un peu au-dessous de la mèche, se trouve une cuvette renversée B, percée d'un trou F, plus étroit que le bec, et forçant ainsi la flamme à se contracter. Au-dessus se trouve un petit champignon *e* qui élargit la flamme et permet à l'air provenant de l'atmosphère et provenant de la soufflerie de s'y mélanger.

Le tube D, en communication avec la soufflerie, porte un robinet E, permettant de régler l'arrivée de l'air.

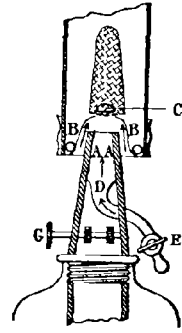


Fig. 65. — Lampe Hadmar.

Lampe Doudart de la Grée. — Dans le premier type de cette lampe (fig. 66), qui est très ingénieuse, le pétrole, placé dans un réservoir cylindrique, dans lequel se déplaçait un piston, soumis constamment à l'action d'un ressort, se rendait par un tube jusqu'à un détendeur destiné à assurer un fonctionnement régulier à l'appareil, de façon à éviter toute détente d'intensité décroissante.

Le pétrole sort du détendeur, traverse un pointeau de réglage de flamme, puis se rend au brûleur.

Ce dernier se compose d'un tube I recourbé et venant se terminer dans un papillon en crépine. Le tube L est placé à l'intérieur d'une enveloppe ou douille J, qui supporte à sa partie inférieure la collerette d'allumage. L'enveloppe J, qui a la forme d'une douille de cartouche, est fermée à sa partie supérieure par un grillage J' à travers lequel passe une partie pleine dont la forme

est appropriée à celle de la flamme, est réunie au tube I qui supporte la crépine.

Dans le tube L le pétrole se transforme en vapeur, sous l'action de la chaleur produite au-dessus de la grille. Ce gazéificateur n'est donc chauffé, comme dans un grand nombre de ces lampes, que par conductibilité.

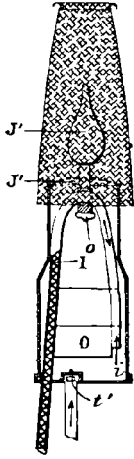


Fig. 66. — Lampe Doudart de la Grée.

Pour éviter tout phénomène de caléfaction dans le gazéificateur I, on emploie pour construire ce dernier un tube rond, dans lequel est enfilée une spirale métallique ou un tortil composé de spirales tordues ensemble ou d'une tige cannelée ou quadrillée.

Le pétrole gazéifié en I arrive par *i'* dans un papillon crépine, c'est-à-dire un papillon muni intérieurement d'une toile métallique très fine, que la vapeur est obligée de traverser. Toutes les impuretés entraînées par le pétrole se déposent. Les vapeurs montent ensuite dans la douille J et sont enflammées au-dessus de la toile métallique.

La pièce s'échauffe et par conductibilité transmet sa chaleur au gazéificateur L et au papillon.

La pression mécanique peut être remplacée par la simple élévation du vase, qui renferme le liquide combustible.

Dans un dernier modèle, le dispositif de la crépine a été remplacé par un tube ajouré, autour duquel s'enroule plusieurs fois une fine toile métallique.

CHAPITRE IX

Incandescence par l'alcool.

Considérations générales. — L'éclairage à incandescence par l'alcool a été déjà l'objet de nombreuses recherches, malgré le prix légèrement plus élevé de ce combustible, ce mode d'éclairage aurait peut-être quelques chances de réussite dans notre pays. Cette nouvelle application des alcools industriels fournirait un débouché considérable aux distilleries de grains, de pommes de terre et de betterave et favoriserait par suite le développement de l'agriculture indigène.

Un des avantages de ce procédé d'éclairage serait la suppression de toute mauvaise odeur et de tout suintement, inconvénients inséparables de l'éclairage à l'aide des huiles minérales.

Toutes les lampes à incandescence par l'alcool sont des lampes où l'on chauffe un capuchon d'oxydes réfractaires à l'aide d'une flamme d'alcool, suffisamment activée par un courant d'air ; et comme la flamme fournie par une mèche imbibée d'alcool ne se trouve pas suffisamment en contact avec l'air, c'est de la vapeur d'alcool qui vient brûler dans le Bunsen portant le manchon.

Nous retrouverons pour ces lampes les principes déjà utilisés dans l'incandescence par le pétrole.

Nous empruntons les détails qui suivent à un très intéressant travail de M. L. Lévy, professeur à l'école des industries agricoles, sur cette question.

L'alcool peut être amené au brûleur de diverses façons :

1° Par *gazéification*, ce qui exige, au-dessous du réservoir, une flamme auxiliaire, ordinairement obtenue par la combustion d'alcool dans une capsule située sous le réservoir. Ce système offre peu de sécurité ;

2° Par *pression d'un ressort*, système semblable à celui employé dans les lampes à l'huile, avec l'inconvénient supplémentaire de plus grandes chances de fuite pour l'alcool que pour l'huile, entre le piston et le réservoir ;

3° Par *aspiration* à l'aide de mèches.

L'inconvénient de ce procédé est que pendant la combustion il y a une sorte de distillation fractionnée, l'alcool montant plus vite que l'eau dans les mèches, de sorte que le titre de l'alcool qui brûle au début est plus élevé et que par suite la température obtenue est plus grande en commençant qu'après un certain temps de marche ;

4° Par *pression hydrostatique*, c'est-à-dire que l'alcool est renfermé dans un réservoir en charge par rapport à la chambre d'air. Ces sortes de lampes ne sont pas mobiles, si le réservoir est suspendu loin du brûleur, ou bien elles ne sont pas stables, si le réservoir est relevé d'une manière fixe au brûleur.

Ces quatre systèmes ont donc chacun leurs inconvénients, ce sont les deux derniers et surtout le troisième qui sont les plus pratiques, le quatrième ne pouvant guère s'utiliser que pour l'éclairage public.

L'alcool étant amené dans la chambre à air, il doit être volatilisé. Cette gazéification est due en tout ou en partie à la conductibilité des parois de l'appareil. On utilise

ainsi une partie de la chaleur produite par la flamme. Il ya des lampes où cette chaleur est suffisante pour volatiliser tout l'alcool, par exemple, celles dont le réservoir est situé sur l'abat-jour.

Lorsque la conductibilité n'est pas suffisante, il faut aider à la volatilisation par une flamme auxiliaire. On installe alors, à l'intérieur de la chambre d'air, au-dessus des mèches d'aspiration ou des canaux, une mèche spéciale. Il suffit d'allumer cette veilleuse, pour produire une volatilisation convenable de l'alcool, qui mélangé d'air prend alors feu lui-même.

Les lampes à veilleuse donnent une flamme très homogène, qualité que ne possèdent pas les lampes basées sur la conductibilité des parois, lesquelles sont soumises à diverses causes de refroidissement.

Mais les lampes à veilleuse ont elles-mêmes un inconvénient, la mèche s'hydrate et l'allumage devient de plus en plus difficile.

Certaines lampes appartiennent à un système intermédiaire entre celui à conductibilité suffisante et celui à veilleuse.

L'échauffement est dû en réalité à la conductibilité, sauf au début, où l'on amorce la lampe en brûlant au-dessous de la chambre à air quelques gouttes d'alcool.

De ce qui précède, et malgré quelques défauts, les lampes à mèches aspiratrices et à veilleuses sont les meilleures.

Il est évident que l'on doit employer pour ces lampes de l'alcool au degré le plus élevé possible, de manière à économiser la chaleur nécessaire à volatiliser l'excès d'eau.

En France, la régie exige que l'alcool ait 90° G. L., c'est-à-dire qu'il ait été rectifié, mais elle tolère un degré plus élevé. On devra donc employer l'alcool à 95-96°

G. L., tel qu'on l'obtient à la sortie des colonnes à rectifier et sans le ramener à 90° G. L. comme on le fait ordinairement. Au point de vue du degré de l'alcool, on peut faire une remarque intéressante : les lampes à réservoir en charge semblent exiger un alcool plus fort que les lampes à mèches aspiratrices. Ce n'est qu'une illusion due à une sorte de rectification que produisent les mèches. Les lampes à mèches brûlent en réalité de l'alcool à degré plus élevé que celui de leur réservoir. De sorte qu'au début elles produisent un effet analogue à celui d'une lampe à réservoir en charge contenant un alcool plus riche que celui de leur réservoir. Mais cet effet ne dure pas, le réservoir de la lampe à mèche s'épuise en alcool et bientôt la flamme diminue et devient inférieure à celle des lampes à réservoir en charge.

Il y a aussi la question de la dénaturation de l'alcool employé qui devra s'exécuter sans diminuer le pouvoir éclairant de l'alcool et sans altérer ses propriétés caractéristiques.

Lampe Engelfred. — Cette lampe a la forme des lampes colonnes à pétrole.

Le bec se compose de trois parties principales, le bec, le générateur et les parties accessoires.

Le bec (fig. 67) se compose d'un bec Bunsen semblable aux brûleurs à gaz que nous avons décrits précédemment. H est le dé d'admission des vapeurs d'alcool et FF sont les entrées d'air, G est la chambre de détente et de mélange, D le manchon incandescent supporté par une tige métallique. Le générateur A est formé d'un cylindre dans lequel se trouvent quatre tubes aboutissant à une chambre de vaporisation C qu'ils supportent. A l'intérieur de chacun de ces tubes

se trouvent des mèches de coton qui permettent à l'alcool de monter par capillarité du réservoir d'alcool dans la chambre C.

Le générateur est recouvert par une monture découpée dans laquelle se trouve ménagée une ouverture triangulaire permettant l'allumage de la veilleuse V.

Le fonctionnement de cette lampe a lieu de la manière suivante : on allume la veilleuse V. L'alcool monte dans la chambre C puis se vaporise sous l'influence de la chaleur dégagée par la combustion de la veilleuse.

Les vapeurs d'alcool traversent le dé d'admission F, se mélangent à l'air injecté par les ouvertures FF et se dégagent à la partie supérieure G du brûleur où on les enflamme.

La figure 68 représente un autre modèle de lampe à alcool Engelfred.

Le dispositif du générateur est légèrement différent. Des entrées d'air *d* destinées à créer un courant d'air autour du tube contenant les mèches afin de les refroidir existent dans une garniture métallique spéciale entourant le générateur. La chambre de vaporisation est un peu modifiée.

D'après l'inventeur, une lampe de 50 bougies dépense par heure environ 60 grammes d'alcool, ce qui, à raison de 1 franc le litre, représente une dépense de 0 fr. 075.

Des expériences photométriques exécutées en Allemagne ont démontré que pour un pouvoir éclairant de

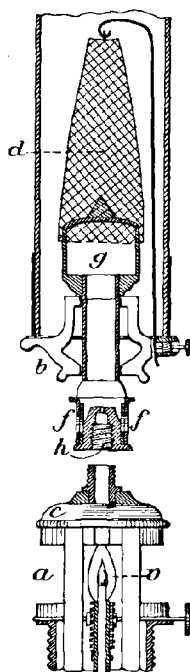


Fig. 67. — Lampe Engelfred.

20 à 22 unités Hefner-Alteneck, la consommation horaire était de 66 grammes d'alcool à 90° G. L. L'alcool coûtant 46 fr. 25 les 100 kilogrammes, la dépense horaire revient à 0 fr. 03.

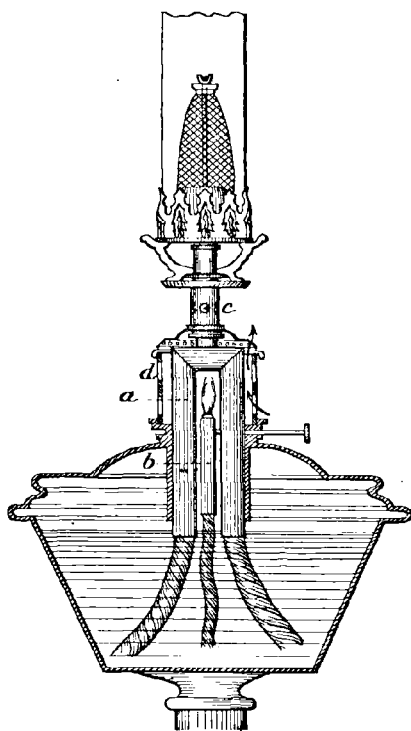


Fig. 68. — Lampo Engelfred. Autre modèle.

INCANDESCENCE PAR L'ACÉTYLÈNE

Un certain nombre d'inventeurs ont déjà cherché à appliquer le gaz acétylène à la production de la lumière par incandescence d'oxydes réfractaires.

Actuellement, la *Société française d'incandescence par le gaz* a déjà exécuté un certain nombre d'expériences dans cette voie.

Mais pourquoi chercher la solution d'un tel problème lorsque la lumière produite par le fluide en question est déjà si puissante et si belle ? Est-ce une raison d'économie ? de meilleure utilisation à la chaleur produite par la combustion de l'acétylène ? C'est peu probable et c'est plutôt, pensons-nous, la recherche d'un nouveau débouché à l'industrie des manchons et la mise en tutelle d'un jeune rival, qui, dans quelques années, pourrait bien faire disparaître ou tout au moins diminuer l'industrie du gaz d'éclairage et celle des manchons incandescents.

Quelques essais ont été tentés à l'aide de lampes portatives à acétylène. Les manchons utilisés sont de deux modèles différents : les uns ont une longueur d'environ 5 centimètres sur 1 centimètre de diamètre à la base, les autres offrent les dimensions approximatives d'un dé à coudre.

CHAPITRE X

Application de l'éclairage à incandescence par le gaz et les liquides gazéifiés.

Les premières tentatives d'éclairage à incandescence par le gaz visaient surtout l'amélioration de l'éclairage extérieur, et ce ne fut que lorsque Auer eut transformé son procédé et eut obtenu des résultats superbes qu'un bouleversement général eut lieu, tant dans l'éclairage public que dans l'éclairage privé. En quelques mois, un grand nombre de villes européennes, après quelques essais, appliquèrent sur une grande échelle le nouvel éclairage. Les États-Unis résistèrent à cet engouement, et ce fut un autre procédé, sorte de réminiscence du procédé Clamond, le brûleur Fahnehgehn, qui obtint le plus de succès de l'autre côté de l'Atlantique. L'emploi assez fréquent, dans certaines villes américaines, du gaz à l'eau favorisait beaucoup son développement. Actuellement les villes les plus importantes de France, d'Allemagne, d'Autriche, etc., sont éclairées à l'aide de manchons incandescents genre Auer. En Angleterre, en particulier à Londres, le manchon Sunlight, à base d'alumine et d'oxyde de chrome, a prévalu.

Éclairage de la Ville de Paris. — L'ancien bec pa-

pillon consommant 140 litres a été remplacé par un bec Auer consommant 115 litres. L'amélioration a été considérable comme on peut le constater, si on se reporte aux figures 3 et 4, représentant l'éclairage comparatif de l'avenue de la Grande-Armée, à l'aide de ces deux sources lumineuses. Avec les becs papillons, l'éclairement moyen de cette avenue ressort à 0.115 bougies, tandis qu'avec les becs Auer de 115 litres on obtient 0.357 bougies, soit un éclairement triple.

Pour les rues de 15 mètres les éclairements moyens sont de 0,120 à 0,360 bougie.

L'emploi des brûleurs à incandescence s'est universellement répandu. Les principales villes de France en sont actuellement pourvues de grandes quantités. En Angleterre, la ville de Bradford compte 2,500 brûleurs. Londres en compte aussi un grand nombre. Rome, Munich, Berlin, etc., ont adopté ce genre d'éclairage avec empressement. Quelques tentatives d'éclairage public par les becs intensifs ont eu lieu à Bruxelles avec les becs Denayrouse et les brûleurs Bandsept. A Paris, quelques essais vont être faits dans certaines avenues et sur quelques places publiques à l'aide des brûleurs Denayrouse et des brûleurs Saint-Paul.

En ce qui concerne l'éclairage intérieur, les manchons incandescents font une concurrence extrêmement vive à l'éclairage électrique. Un grand nombre de magasins parisiens sont munis de brûleurs Auer.

Éclairage des wagons de Chemins de fer. — Quelques essais ont été exécutés dans le but d'appliquer les manchons incandescents à l'éclairage des wagons, mais le gros inconvénient était la grande fragilité des manchons. Jusqu'ici cette application ne s'est pas développée.

Pour remédier aux effets désastreux des trépidations d'un train en marche, la Société Auer emploie le mode de suspension à ressorts, qui avait déjà été utilisé dans certaines rues de Paris très passagères.

Quelques essais ont été faits dans le wagon-restaurant de la Compagnie Internationale des Wagons-Lits faisant le trajet de Paris à Trouville.

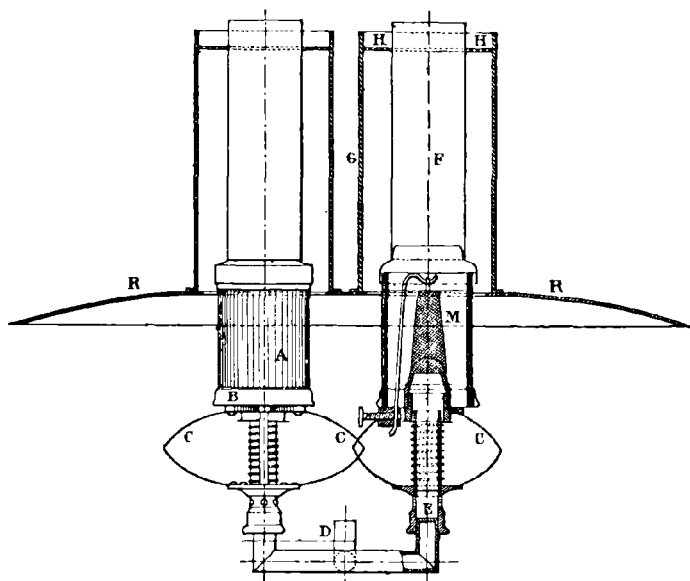


Fig. 69. — Lanterne de wagons à deux becs.

Deux becs Auer avaient été substitués à 3 becs papillons, ces derniers consommaient ensemble 65 litres de gaz riche à l'heure, et donnaient un pouvoir éclairant de 1 carcel $1/2$. Les becs Auer au contraire ne consomment ensemble que 44 litres du même gaz par heure et ont un pouvoir éclairant de 5 carcels.

Le dispositif adopté était le suivant: (fig. 69) les deux becs étaient alimentés par une même conduite D. La galerie

A, munie d'une cheminée à baguettes, s'appuie sur une bague maintenue au moyen de 4 ressorts de suspension, fixés à angle droit. Cette cheminée est surmontée d'une cheminée en cuivre s'engageant dans un ressort spirale, fixé à une autre cheminée de tôle concentrique.

Chaque bec consomme par heure 22 litres de gaz

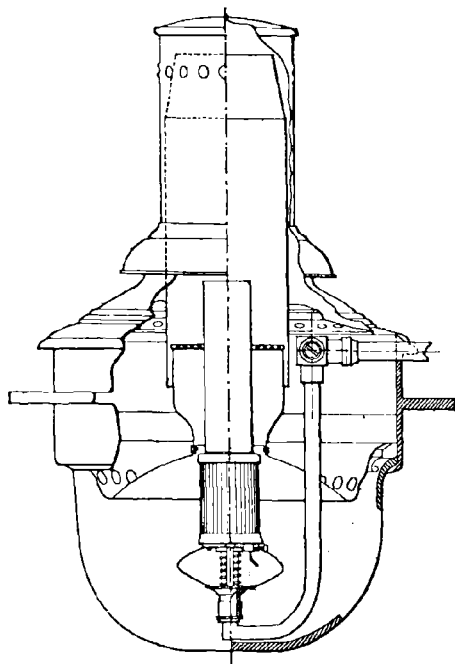


Fig. 70. — Lanterne de wagon à un bec.

riche et son pouvoir éclairant et de 2,5 carcels, soit 5 carcels par lanterne.

Les réservoirs se trouvent sous le châssis des voitures et ont une capacité de 1,750 litres. Le gaz y est comprimé à une pression de 7 à 8 atmosphères. A sa sortie, le gaz se rend dans un détendeur et arrive à chaque bec, sous une pression de 50 millimètres.

Les manchons, dans cette expérience, n'ont été remplacés qu'après 55 jours d'usage et ayant accompli un parcours d'environ 25,000 kilomètres.

L'économie réalisée sur l'ancien éclairage serait d'environ 33 pour 100 en supposant le gaz riche au prix de 1 franc à 1 fr. 25 le mètre cube.

La figure 69 représente une semblable lanterne, un des becs étant représenté en élévation et l'autre en coupe.

La figure 70 représente une lanterne de wagon, munie d'un dispositif pour bec Auer économisant 35 litres de gaz ordinaire, sous une pression de 70 millimètres.

Le pouvoir éclairant est de 1,25 carcel.

L'avantage de cette nouvelle lanterne sur l'ancien mode d'éclairage au gaz riche est notable, car les anciens becs qui consommaient 35 à 40 litres de gaz riche ne donnaient que 0,6 à 0,7 carcel.

La *Société française d'Éclairage à incandescence* s'occupe encore actuellement de l'étude des lanternes de wagons : et peut-être, pensons-nous, y aurait-il une solution intéressante de cette question en employant une lanterne munie d'un bec à incandescence par l'acétylène ; les inconvénients dus à l'emploi du gaz riche étant ainsi complètement évités. La seule condition à exiger du générateur d'acétylène serait de produire le gaz aussi régulièrement que possible, et sous une pression sensiblement égale. Ce genre d'éclairage aurait des chances de réussite, car quelques essais tentés avec l'acétylène seul, à la Compagnie de l'Est et à la Compagnie de Paris-Lyon, ont déjà donné des résultats satisfaisants.

Le train présidentiel, au cours du dernier voyage de M. F. Faure dans le Midi, était ainsi éclairé.

L'acétylène était emmagasiné dans des réservoirs à la pression maximum de 6 atmosphères et était brûlé

dans les becs Bray, consommant 12 litres d'acétylène à l'heure.

Éclairage des phares. — Quelques essais ont été exécutés par l'administration des phares, dans le but d'appliquer les brûleurs à incandescence pour l'éclairage des côtes.

Ces expériences ont été exécutées d'abord au phare de Royan, puis au phare de première classe de Chassiron, près La Rochelle. Ces brûleurs ont fonctionné avec le gaz d'huile.

Malgré les résultats obtenus, qui étaient assez satisfaisants, cette nouvelle application ne s'est pas répandue à cause des inconvénients dus à la chute possible des manchons.

Application à la photographie et à la micrographie. — Les manchons incandescents ont été proposés pour la photographie et la micrographie. Les résultats dans ce dernier cas sont très bons et sont dus en grande partie à la fixité de la lumière.

CHAPITRE XI

Considérations économiques.

COMPARAISON DE L'ÉCLAIRAGE À INCANDESCENCE AVEC LES AUTRES GENRES D'ÉCLAIRAGE

Parmi les divers genres d'éclairage par les flammes, actuellement usités, c'est l'incandescence par le gaz sous pression (systèmes intensifs) ou par chauffage préalable du gaz, qui a donné les meilleurs résultats au point de vue économique.

Les deux tableaux qui figurent plus loin peuvent donner un aperçu des avantages et des inconvénients des divers procédés. Une remarque intéressante à faire en ce qui concerne l'éclairage à incandescence est que bien qu'on ait augmenté le rendement lumineux du gaz, bien qu'il ait eu à soutenir la concurrence de la lumière électrique et de son jeune rival, l'acétylène, la production des usines à gaz est allée constamment en croissant, particulièrement pendant ces vingt dernières années.

L'industrie de l'éclairage au gaz a donc encore de beaux jours devant elle, surtout si l'on songe aux industries connexes auxquelles elle a donné naissance : sels ammoniacaux, benzine, goudron, etc., qui lui permet-

tent de pouvoir lutter pendant longtemps encore contre ses nouveaux concurrents.

Les nouveaux brûleurs intensifs, qui trouvent à se répandre de jour en jour, contribueront sûrement, beaucoup pour leur part, à maintenir l'éclairage au gaz dans un état florissant.

TABLEAU XVIII. — Éclairage par les flammes (II. Bunte).

	POUVOIR ÉCLAIRANT pour UNE CONSOMMATION de 1 mètre cube par heure en bougies	CONSOMMATION par BOUGIE-HEURE	PRIX DE 20 BOUGIES par heure	PRIX de LA MATIÈRE
Bec papillon et bec Argand.	133	7,5 litres.	3 centimes.	
	227	4,4	1,8	
Gaz ordinaire	500	2,0	0,8	20 centimes le mètre cube.
	600	1,67	0,65	
Incandescence par le gaz	1000	1,0	0,40	
	1543	0,65	2,0	1 fr. 50 le m. cube.
Acétylène	33,3			
Pétrole	pour une consommation		1,9	30 cent. le kilo.
	de 1 kg. par heure.			
Alcool (Incandescence).	333			
	333	3,0	2,2	38 cent. le kilo.

TABLEAU XIX. — *Tableau comparatif des diverses sources lumineuses.*

	INTENSITÉ	CONSOMMA- TION PAR HEURE	PRIX de la CARCEL-HEURE
		grammes	francs
<i>Bougies.</i>			
Bougie de l'Étoile	0,14	9	0,12
— à trous	0,14	10	0,171
— pleine ordinaire	0,15	9	0,12
— de paraffine	0,14	8	0,185
<i>Huile.</i>			
Lampe modérateur ordinaire	0,94	46	0,068
— Carcel étalon	1,00	42	0,066
<i>Pétrole.</i>			
Lampe à pétrole à mèche plate	0,81	20	0,022
— — à 2 mèches plates	2,07	63	0,27
— — à bec rond de 23 ^m /m.	1,06	28	0,024
— — à bec à champignon de 25 ^m /m.	1,49	51	0,030
<i>Gaz (0^{fr},30 le m³).</i>			
Bec papillon	0,64	135	0,0405
— rond porcelaine	»	105	0,0315
— Wenham n° 1 (5 carrels)	»	36	0,0108
— Auer n° 2	2,08	20	0,0060
— — renouvellement du man- chon, entretien, etc.	»	»	0,0085
— Henry	»	19	0,0057
— l'héliogène	»	35	0,0105
— Pandieu (5,72 carrels)	»	200	0,0115
— industriel (7 carrels)	»	350	0,0145
<i>Électricité.</i>			
Incandescence	»	»	0,0350
Petite lampe à arc	»	»	0,0100
Grande lampe à arc	»	»	0,0056
<i>Acétylène.</i>			
			0,0067 à 0,0113 suivant l'in- tensité des foyers

CHAPITRE XII

Brevets français

CONCERNANT L'ÉCLAIRAGE A INCANDESCENCE PAR LE GAZ ET LES LIQUIDES GAZÉIFIÉS

Nous diviserons cette liste des brevets, pris en France, durant les dernières années (1893-1897) et comprenant les brevets importants des années antérieures, en neuf grands groupes :

- 1° Brevets concernant les corps irradiants (manchons, etc.).
- 2° — — les becs et brûleurs à incandescence par le gaz.
- 3° — — les lampes et brûleurs à incandescence par le pétrole.
- 4° — — les lampes et brûleurs à incandescence par l'essence de pétrole.
- 5° — — les lampes et brûleurs à incandescence par l'alcool.
- 6° — — les lampes et brûleurs à incandescence par l'acétylène.
- 7° — — l'allumage des brûleurs à incandescence par le gaz.
- 8° — — les régulateurs, systèmes sus-penseurs, etc.
- 9° — — les anciens procédés.

NUMÉRO
du Brevet

Corps irradiants.

- 172.064 *D^r Auer Von Welsbach.* — Nouveaux corps d'éclairage incandescent pour brûleurs de gaz.
- 235.238 *De Mare.* — Fabrication du tissu irradiant des lampes à incandescence par les hydrocarbures.
- 235.504 *Perroux.* — Nouveau système d'éclairage à la ramie zirconiennne.
- 236.801 *Böhm et Crawford.* — Perfectionnements dans les chapeaux et capuchons pour l'éclairage au gaz à incandescence.
- 236.987 *Corzilius.* — Corps incandescent pour l'éclairage.
- 237.684 *John, Fred, Walmann et C^{ie} et Gilbermann.* — Corps incandescent pour lampes à gaz.
- 237.876 *Scheffel.* — Nouveau procédé d'éclairage à incandescence par le gaz.
- 238.720 *De la Roche.* — Nouveau système de manchons à âme métallique pour l'éclairage à incandescence par le gaz.
- 239.194 *Friedländer.* — Corps à incandescence pour lumière à gaz.
- 241.830 *Gautzoch.* — Nouvelle composition chimique pour imprégner les manchons servant à l'éclairage à incandescence.
- 242.439 *Tiegs.* — Procédé de fabrication des corps incandescents.
- 242.660 *De Brossard.* — Procédé de fabrication de manchons souples et incassables pour éclairage au gaz par incandescence.
- 242.888 *Riesewalter.* — Procédé de fabrication de corps destinés à l'éclairage à incandescence par le gaz.
- 243.697 *Bergier et Guthmann.* — Manchon solide pour éclairage incandescent.
- 244.330 *Arendt.* — Procédé et dispositif pour fabrication de corps incandescents,
- 244.450 *Wellstein.* — Corps incandescent formé d'éléments tissés ou tricotés, démontables.
- 244.954 *Kröll.* — Procédé de préparation de corps incandescents réfractaires, indéformables.
- 245.962 *Jean.* — Capuchon en porcelaine pour becs à incandescence par le gaz.
- 246.163 *Barrière.* — Nouveaux corps éclairants et radiants, et nou-

NUMÉRO
du Brevet

- velle combinaison et traitements chimiques applicables à l'éclairage au gaz par incandescence.
- 247.832 *Farkas*. — Perfectionnements aux manchons de tous genres employés pour l'éclairage à incandescence.
- 247.853 *Knüßler*. — Procédé de fabrication de manchons incandescents.
- 247.942 *Tessier*. — Nouveau système de mèches à incandescence.
- 248.091 *Bleyberg*. — Corps incandescent recouvert d'une couche d'émail ou de couleur d'émail.
- 249.701 *Denayrouse*. — Procédé pour utiliser des résidus de manchons usés ou cassés.
- 249.763 *Walther*. — Perfectionnements à la fabrication des filaments et autres corps incandescents.
- 249.772 *Hooker et M^{me} Hooker*. — Solution perfectionnée pour les chapeaux incandescents pour becs Bunsen.
- 252.232 *Bazin*. — Manchon à incandescence incassable avec dispositif parachocs.
- 252.402 *Plaissetly et Dervin*. — Manchons pour éclairage à incandescence et procédé de fabrication qui s'y rapporte.
- 253.191 *Clavenad*. — Nouveau corps pour éclairage à incandescence.
- 253.624 *Lehmann*. — Nouveau système d'éclairage à incandescence.
- 253.900 *Kiesewalter*. — Nouveau corps pour incandescence.
- 254.001 *Clavenad*. — Nouveau procédé pour éclairage à incandescence, permettant l'obtention de filaments résistants.
- 254.082 *Villain*. — Nouveau système de manchon incandescent métallisé.
- 254.451 *Iliens*. — Perfectionnement aux manchons incandescents.
- 255.264 *Kortwich*. — Nouveau corps incandescent.
- 255.691 }
 255.692 } *C^{ie} Continentale d'Incandescence*. — Nouveau procédé de
 255.696 } préparation des supports des oxydes métalliques.
- 256.155 *Oberlé*. — Procédé de préparation de solution pour le filage des oxydes en vue de l'incandescence.
- 256.163 *Moudos*. — Procédé de fabrication de manchons électrolytiques à fibres végétales.

NUMÉRO
du Brevet

- 256.164 *Moudos*. — Corps incandescent à âmes métalliques guipées.
- 256.193 *Moudos*. — Corps incandescent à âmes d'agglomérés réfractaires.
- 256.631 *M^{me} Lardonnais*. — Perfectionnements aux manchons incandescents.
- 257.295) *Société Sterling C^o Limited*. — Nouveau procédé de fabri-
257.296) cation de manchons incandescents.
- 257.483 *Duchange*. — Nouveau procédé d'éclairage à incandescence.
- 257.601 *Caro et Saulmann*. — Perfectionnements à la fabrication des corps incandescents.
- 257.921 *Société F. W. et Dr C. Killing*. — Nouveau corps à incandescence.
- 258.698 *Duke*. — Perfectionnements à la fabrication des manchons incandescents,
- 258.747 *Buddens*. — Nouveau corps incandescent.
- 258.754 *Wallstein*. — Nouveau procédé de fabrication des manchons incandescents.
- 258.948 *Kosmann*. — Préparation des oxydes de cosmium et de néocosmium pour l'éclairage à incandescence.
- 259.483 *Herrenschmidt*. — Perfectionnements aux manchons pour l'incandescence par le gaz.
- 260.695 *Courbret*. — Système de tissus et filaments résistants pour éclairage incandescent,
- 262.735 *Duke*. — Perfectionnement aux manchons incandescents.

Becs et brûleurs à incandescence par le gaz.

- 236.097 *Hantz et D^{lle} Hantz*. — Nouvelle lampe d'éclairage à incandescence par le gaz.
- 237.632 *Gautzsch*. — Innovations aux becs à incandescence par le gaz.
- 238.653 *Deselle fils*. — Perfectionnements aux brûleurs à gaz à manchons incandescents.
- 238.956 *Dame Mouton*. — Perfectionnements dans les moyens et procédés d'éclairage à incandescence par le gaz.

TRUCHOT.

16

NUMÉRO
du Brevet

- 239.259 *Société Horwitz et Saalfeld.* — Perfectionnements dans les becs pour l'éclairage au gaz par incandescence.
- 239.371 *Franch-Valery.* — Perfectionnements dans les becs de gaz servant à l'éclairage par incandescence.
- 239.947 *Société Internationale d'Éclairage par le gaz d'huile.* — Nouveau brûleur à incandescence.
- 240.921 *Gæhde.* — Brûleur pour lampe à incandescence.
- 240.987 *Causandier et Guyot.* — Nouveau bec à incandescence par le gaz et à rampe latérale.
- 241.415 *Sée.* — Lampe à gaz récupératrice à incandescence.
- 241.710 *Komfeld.* — Système de brûleur pour lampes à incandescence.
- 242.528 *Bergier.* — Nouveau bec dit « Le Régulateur incandescent ».
- 242.817 *Sérigières.* — Nouvelle lampe d'éclairage à incandescence par le gaz.
- 244.710 *Ladureau.* — Nouveau système d'éclairage au gaz par incandescence.
- 245.646 *Mouton et Poiry.* — Bec à incandescence par le gaz.
- 245.760 *Henry.* — Bec « Rayon d'Or » pour l'éclairage au gaz par incandescence.
- 246.151 *Société Française l'Héliogène.* — Système de brûleur lamellaire.
- 246.177 *Besson.* — Perfectionnements dans les becs de gaz à incandescence.
- 246.862 *Lothammer.* — Nouveau brûleur à incandescence par le gaz et autres fluides.
- 246.962 *Farkas.* — Bec à incandescence perfectionné.
- 247.305 *Denayrouse.* — Brûleur à incandescence par le gaz avec mélangeur à mouvement d'horlogerie.
- 247.801 *Société Française de l'Héliogène.* — Irradiateur à incandescence par le gaz, sans mélange préalable d'air.
- 248.226 *Compagnie parisienne d'Éclairage et de chauffage par le gaz.* — Système de brûleurs à gaz pour becs à incandescence, à entraînement d'air par le seul tirage de la cheminée.
- 248.429 *Foskas.* — Nouveau système de brûleur pour bec à incandescence.

NUMÉRO
du Brevet

- 249.518 *Hempel et Gumpel*. — Perfectionnements aux lampes à incandescence par le gaz.
- 249.780 *Société Ed. Seriziers et C^{ie}*. — Bec à gaz à incandescence muni d'une rampe d'allumage.
- 250.865 *Gaton*. — Nouveau chalumeau intensif à gaz pour manchons incandescents.
- 250.881 *Bandsept*. — Brûleurs auto-mélangeurs atomiseurs.
- 251.414 *De Bronwer*. — Nouveau chalumeau ou bec Bunsen pour incandescence.
- 252.194 *Lœwenberg*. — Amélioration aux brûleurs à incandescence par le gaz.
- 252.215 *De Bronwer*. — Nouveau bec à incandescence.
- 253.433 *Wanand de Malberg*. — Nouveau brûleur à gaz à incandescence, à courant d'air central.
- 253.470 *Bénier*. — Bec intensif à incandescence par le gaz.
- 253.875 *Rondot*. — Lampe à gaz incandescente.
- 254.617 *Ferron*. — Nouveau procédé d'éclairage intensif.
- 255.104 *Société Bengel jeune et Mégret*. — Nouveau système de brûleur à incandescence.
- 255.186 *Girond*. — Brûleur à basse pression pour bec incandescent.
- 255.239 *OEhlmann*. — Brûleur à incandescence.
- 255.716 *Wellstein*. — Nouveau brûleur pour lampe à incandescence par le gaz.
- 255.756 *Ernst*. — Bec à gaz incandescent.
- 256.937 *Cursel*. — Nouvelle lampe à gaz à récupération et à incandescence.
- 256.747 *Wunderlich*. — Bec à incandescence par le gaz, le pétrole, etc.
- 257.480 *Denayrouse*. — Système perfectionné de brûleur à incandescence avec mélange intime de gaz et d'air, sans utilisation de force extérieure.
- 257.849 *Compagnie d'installations pour éclairage et chauffage par le gaz*. — Perfectionnements aux brûleurs Bunsen à incandescence.
- 257.950 *Charlopin*. — Bec intensif à manchon dur.
- 258.063 *Aubine*. — Bec à incandescence par le gaz.
- 259.225 *Bode*. — Bec à incandescence par le gaz.

- NUMÉRO
du Brevet
- Lampes et brûleurs à incandescence par le pétrole.**
- 244.439 *Des Moutis*. — Lampe à incandescence par le pétrole et ses dérivés.
- 245.225 *Friedlander et Muller*. — Lampe à incandescence pour combustibles liquides.
- 245.968 *Spiel et Brückner*. — Lampe à pétrole à incandescence.
- 245.814 *Marcus*. — Lampe à incandescence pour hydrocarbures liquides.
- 245.945 *M^{lle} Hantz*. — Système perfectionné de lampe à pétrole à manchons incandescents.
- 246.642 *Arendt*. — Lampe à incandescence pour combustibles liquides.
- 249.054 *Ditmar*. — Brûleur à pétrole pour incandescence.
- 249.644 *Trobach*. — Lampe par incandescence pour combustibles liquides.
- 250.023 *Baermann*. — Lampe à incandescence avec gazificateur de la matière combustible, sans flamme permanente.
- 250.088 *Franck-Valery*. — Lampe à incandescence à hydrocarbures liquides.
- 250.288 *Société Stolwasser et C^{ie}*. — Lampe à incandescence pour combustibles liquides.
- 250.719 *Marcus*. — Perfectionnements des lampes à hydrocarbures liquides.
- 251.869 *Mercerean*. — Lampe à pétrole « L'Étincelant » pour donner éclairage ordinaire ou incandescence.
- 252.251 *Læwenberg*. — Lampe à vapeur d'huile ou d'alcool.
- 252.335 *Engelfred*. — Perfectionnements à l'éclairage par incandescence par le gaz ou les carbures gazéifiés.
- 252.411 *Meyenberg, Wendorf et Henlein*. — Lampe à incandescence par le pétrole.
- 252.418 *Oehlmann*. — Brûleur pour carbures hydrogènes liquides.
- 252.677 *Würster*. — Lampe à incandescence au pétrole.
- 252.896 *Denayroux*. — Brûleur pour incandescence par le pétrole.
- 252.975 *Doudart de la Grée*. — Lampe à pétrole à incandescence.
- 253.010 *Grabkowicz*. — Brûleur de lampe à incandescence pour hydrocarbures liquides.

NUMÉRO
du Brevet

- 253.365 *Dondart de la Grée*. — Bec à incandescence pour lampes à pétrole.
- 253.817 *Hadmar et Marchand*. — Lampe à incandescence par le pétrole.
- 254.212 *Société Française d'Incandescence par le Gaz* (brevets Auer). — Perfectionnements aux lampes à hydrocarbures liquides.
- 254.452 *Honvitz*. — Gazéificateur pour combustibles liquides.
- 254.961 *Ludwigs*. — Lampe à pétrole avec gazéificateur.
- 255.235 *C^{ie} Continentale d'Incandescence*. — Système de lampe portative à incandescence par l'air hydrocarbonuré.
- 255.492 *Moudos*. — Brûleur à hydrocarbures gazéifiés.
- 255.973 *Dubois*. — Lampe sans mèche pour l'éclairage à incandescence par le pétrole.
- 256.728 *Jurgens et Riotritz*. — Lampe à incandescence pour combustibles liquides et riches en carbone.
- 257.122 *Spiel*. — Lampe à incandescence pour hydrocarbures.
- 258.503 *Washington*. — Nouveau brûleur à incandescence par le pétrole.
- 259.899 *Lux*. — Perfectionnements aux becs à incandescence par le pétrole.
- 261.150 *Société Continentale Gas*. — Glücklich-Action-Gesellschaft. — Lampe à incandescence par le pétrole.
- 261.656 *Schumacher*. — Lampe à incandescence par le pétrole.
- 262.729 *Hadmar*. — Lampe à incandescence à mèche, à insufflation d'air par procédé mécanique, pour liquides combustibles.
- 262.909 *Frank*. — Brûleur à incandescence par le pétrole.
- 263.438 *Thomas et Nouvelle*. — Lampe à pétrole à incandescence.
- 263.579 *Deiseler*. — Lampe à pétrole à incandescence.
- 263.667 *Kirchöfer et Braunschild*. — Lampe à pétrole à incandescence.
- 264.170 *Bazin*. — Lampe à pétrole à incandescence, sans mèche.
- 264.451 *Lagye*. — Lampe à pétrole à incandescence.
- 264.580 *Duffok et Kohn*. — Lampe à pétrole à incandescence.
- 264.643 *Chabre*. — Lampe à pétrole à incandescence.

Lampes et brûleurs à incandescence par l'essence de pétrole.

NUMÉRO
du Brevet

- 244.589 *Verdier*. — Lampe à incandescence par l'essence.
 247.688 *Thomas*. — Lampe à essence pour éclairage incandescent.
 248.256 *Société Dubois frères*. — Lampe à essence à incandescence.
 248.453 *Garnier et Loisillon*. — Eclairage par incandescence au moyen de l'essence minérale et de manchons incandescents.
 254.253 *Bérangé*. — Lampe à essence à incandescence.
 255.146 *Pazderski*. — Lampe à incandescence pour huiles facilement volatiles.
 255.517 *Kron*. — Lampe à incandescence pour liquides volatiles.
 257.479 *Waldapfel*. — Perfectionnements aux lampes à incandescence par les hydrocarbures volatiles et les essences.
 261.933 *Deselle fils*. — Système d'éclairage par incandescence au moyen de l'essence volatilisée.
 263.152 *Von Gehlen*. — Dispositif pour produire la lumière à incandescence par le gaz de benzine.
 264.401 *Helfft*. — Lampe à incandescence pour combustibles liquides.

Lampes et brûleurs à incandescence par l'alcool.

- 248.141 *Spiritus Glühlicht Gesellschaft Phöbus*. — Brûleur pour lampe à incandescence par l'alcool.
 249.855 *Krüger*. — Système de lampe à éclairage à incandescence par l'esprit de vin et autres combustibles liquides.
 253.253 *Tresenreuter*. — Vaporisateur pour lampe à incandescence par l'alcool.
 253.732 *Schlesinger*. — Lampe à alcool où à essence pour éclairage à incandescence.
 254.769 — Lampe à incandescence par l'alcool.
 258.023 *Kornfeld*. — Lampe à incandescence pour huile minérale et alcool.
 260.283 *Schuchhardt*. — Lampe à incandescence par l'alcool avec dispositif d'allumage.
 261.507 *Jauze*. — Appareil d'éclairage à incandescence par l'alcool.

Lampes et brûleurs à incandescence par l'acétylène.

NUMÉRO
du Brevet

260.933 *Türr.* — Application du gaz acétylène à l'éclairage par incandescence.

Allumage des brûleurs à incandescence par le gaz.

244.843 *Betol.* — Allumeur universel pour brûleur à incandescence par le gaz.

248.225 *Compagnie Parisienne d'Eclairage et de chauffage par le gaz.* — Système d'allumage des brûleurs à gaz par l'étincelle électrique.

248.394 *Société Ed. Sériziers et C^{ie}.* — Système d'allumeur, dit rampe d'allumage pour becs à incandescence ou autres.

250.061 *Bilfinger.* — Appareil automatique pour allumage automatique à distance des becs à incandescence.

252.143 *Canellopoulos et Kratz-Boussac.* — Système dit auto-allumeur, allumant par contact.

252.463 *Octrué.* — Système d'allumage pour becs à incandescence.

253.380 *Christophe et Peletan.* — Nouveau dispositif pour l'allumage par l'électricité des becs à incandescence.

253.799 *Czarnikow.* — Système d'allumage électrique à distance.

254.613 *Homberger.* — Allumage et extinction automatique des brûleurs.

254.819 *Von Morstein.* — Dispositif pour allumage électrique à distance.

255.201 *Krieger.* — Dispositif d'allumage électrique pour becs de gaz.

255.617 *De Homocki et Köring.* — Innovation dans la construction des corps à incandescence pour allumeurs automatiques.

255.985 *Læwenberg.* — Procédé de fabrication de globules amorces et appareils destinés à l'allumage et à l'extinction automatique des brûleurs à incandescence.

258.069 *Orling.* — Allumeur électrique pour becs à incandescence.

258.206 *Schäffer et Walcker.* — Système d'allumage et d'extinction électrique à distance pour becs à esprit-de-vin, vapeurs de pétrole, etc.

NUMÉRO
du Brevet

- 258.244) *Canellopoulos et Kratz-Boussac*. — Système d'allumage
258.245) des becs à incandescence par le gaz, par contact.
258.572 *Lasnier-Hubert*. — Appareil d'allumage et d'extinction
automatique à distance.
258.453 *Bœhm et Sternberg*. — Allumage automatique des becs
à incandescence.
259.291 *Clément et Von Krohn*. — Allumage électrique à dis-
tance des becs à incandescence.
261.169) *Canellopoulos et Kratz-Boussac*. — Dispositif de ferme-
261.828) ture automatique pour bec d'allumeur à corps incan-
descent.
261.827 C^{1e} *Internationale pour l'allumage et l'extinction ins-
tantané du gaz*. — Allumoir électrique pour becs
à gaz.

Autres brevets.

- 244.947 *Couttolenc*. — Régulateur pour bec d'éclairage à incan-
descence par le gaz.
246.707 *Société Faultless Gas Saver and C^o*. — Régulateur
indépendant pour becs de gaz.
249.050 *Boisselet*. — Système appelé amortisseur de chocs et de
vibrations pour becs à incandescence ou autres.
251.674 *Washington*. — Système de tuteurs pour manchons.

Anciens brevets concernant l'éclairage à incandescence.

- N^o 15438 }
N^o 17786 } Thomas Drummond (1826). — Brevets allemands.
N^o 22800 }
N^o 31323 } Brevet allemand. — Lewis.
N^o 23408 } » Popp.
N^o 27519 } » Chaimsonowitz.
N^o 30174 } » Lewis.
N^o 2380 } Brevet anglais. — Newton (1862).
N^o 29498 }
N^o 34807 } Brevet allemand. — Fahnehjelm (1883).
N^o 52794 } Brevet français. — Galaffet et Villy (1862).

N ^o 77619	Brevet français. —	Tessié du Motay et Maréchal (1867).
N ^o 80810	»	Tessié du Motay (1868).
N ^o 79574	»	Wissnegg (1868).
N ^o 2690	Brevet anglais. —	Salomon et Grand (1864).
N ^o 2290 }		
N ^o 2110 }	»	Clamond (1883).
N ^o 3263	»	Daviers (1882).
N ^o 238400	Brevet français. —	Khotinsky (1881).
N ^o 136771	»	Garcin (1879).

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
PRÉFACE.	1-X

CHAPITRE PREMIER

Production de la lumière par incandescence. — Photométrie. — Unités de lumière. —
Unités pratiques photométriques.

<i>Production de la lumière par incandescence.</i>	1
Définition et propriétés de la lumière.	1
Lumière produite par incandescence.	3
Intensité des différentes couleurs du spectre de la lumière au gaz par incandescence.	4
<i>Photométrie.</i>	6
Grandeurs et unités photométriques.	6
Photomètres.	7
<i>Unités de lumière.</i>	8
Étalons absolus.	8
Étalons secondaires.	9
<i>Unités pratiques photométriques.</i>	10
Unité d'intensité lumineuse.	11
Unité d'éclaircissement.	11
Unité de flux.	11
Unité d'éclat intrinsèque.	11
Unité d'éclairage.	11

Éclairément d'un foyer lumineux.	13
Éclat d'un foyer lumineux.	15
Éclairage.	19
Effet utile d'un foyer lumineux.	19
Rendement photogénique d'un foyer lumineux.	22
Les hautes températures et l'incandescence.	22
Hypothèses sur le phénomène de la luminescence.	26

CHAPITRE II

Historique de l'éclairage à incandescence

Description des différents procédés.	45
<i>Procédés anciens.</i>	45
Lampe solaire et lunaire de Frankenstein.	45
Procédé de Robert Werner.	48
Procédé Galafer et Villy.	50
Lumière Drummond. — Chalumeau oxyhydrique. — Chalumeau oxythérique. — Chalumeau oxyacétonique.	50
Procédé Tessié du Motay.	56
Brûleur Bourbouze et Wiconegg.	59
Bec Sellon.	61
Bec Clamond.	62
Procédé Stocks-Williams.	63
<i>Procédés modernes.</i>	65
Procédés Auer Von Welsbach. — Manchons d'oxydes. — Emploi des terres rares.	65
Procédé Otto-Fahnehjehn.	80
Procédé Ludwig Haitinger.	81
Procédé Barrière.	82

CHAPITRE III

Minéraux employés dans la fabrication des manchons incandescents.

Principaux minéraux.	86
Cérite	Composition. — Caractères. — Gisements. 87
Gadolinite	— — — 88
Thorite	— — — 89
Monazite et sables monazités	— — — 91
Principaux gisements des sables monazités.	93
Gisements des États-Unis et du Canada.	93

Caroline du Nord et du Sud.	93
Gisement de l'Idaho.	97
Gisement du Canada.	97
Gisement du Brésil, de la Colombie et de la République argentine.	97
Xénotime.	100
Zircon.	101
Traitement de la thorite. — Procédé Moissan et Etard, procédé Nilson, procédé Chydenius.	103
Traitement de la cerite et de l'orthite.	106
Traitement des sables monazités.	107
Traitement du zircon. — Méthode Marignac, méthode Weibull.	108
Extraction des oxydes de thorium et de zirconium des résidus de fabrication et des débris de manchons.	109
Produits commerciaux.	109
Caractères et analyse de la thorite.	109
Caractères et analyses des sables monazités.	110
Essai des sables monazités, méthode Drossbach.	111
Analyse des sables monazités, méthode Glaser.	112
Méthode Boudouard.	115
Méthode Denuis.	116
Caractères de l'oxyde de thorium pur.	117
Caractères du nitrate de thorium pur.	117
Caractères du précipité de thorium.	118
Marché de la thorite et des sables monazités.	118

CHAPITRE IV

Les corps incandescents.

1° Corps incandescents à base de métaux et d'alliages métalliques.	123
2° Corps incandescents à base d'oxydes réfractaires.	124
<i>Fabrication des manchons incandescents.</i>	125
Mode opératoire. — Traitement du tissu. — Préparation du liquide d'imprégnation.	125
Trempage des manchons.	126
Essorage.	127
Séchage. — Disposition du fil d'amiante.	127
Suspension du manchon. — Renforcement de la tête.	128
Incinération.	129
Collodionnage. — Emballage. — Mise en place et flambage.	131
Manchons Sunlight Co.	132
Autres procédés. — Procédé Baum.	133

Procédé Persroux	134
Procédé Rosenthal.	134
Procédé John Walmann.	134
Procédé de la Société Continentale d'Incandescence.	134
<i>Corps incandescents obtenus par filage.</i>	135
Procédé de Marc.	135
Procédé Knöfler.	135
Procédé Oberlé.	136
Procédé Duchange.	136
Durée des manchons incandescents.	136
Pouvoir éclairant des manchons incandescents.	137
Coloration de la lumière émise par les manchons.	139

CHAPITRE V

Incandescence par le gaz de houille, le gaz d'eau, etc.

Becs et brûleurs à incandescence par le gaz.	144
Description et propriétés d'un brûleur Bunsen.	144
Bunsen Lecomte.	147
Brûleurs et becs ordinaires.	150
Description des divers brûleurs à incandescence par le gaz.	151
Brûleurs utilisant le bec rond.	151
Brûleur Auer.	151
Brûleur Oberlé.	154
Bec Deselle.	156
Bec « Le Régulateur incandescent ».. . . .	157
Bec Besson.	159
Becs à flamme plate.	160
Bec Ladureau.	161
Bec l'Héliogène.	161
Becs intensifs.	164
Théorie des becs intensifs.	164
Brûleur Chemin.	166
Brûleur Bandsept.	166
Bunsen à gaz chaud Bandsept	168
Brûleur Denayrouse à ventilateur mû électriquement.	170
— à mélangeur à mouvement d'horlogerie	174
— self mélangeur.	174
Brûleurs Denayrouse.	175
Brûleurs Lecomte.	177
Brûleur Saint-Paul.	179
Éclairage à incandescence par le gaz à l'eau.	182

CHAPITRE VI

Régulateurs de pression. — Rhéomètres. — Manomètres.

Conditions nécessaires à une bonne combustion.	184
<i>Régulateurs secs.</i> — Régulateurs Lux.	186
Rhéomètre Giroud.	187
<i>Régulateurs humides.</i> — Régulateur Giroud.	188
Régulateur Oberlé.	189
Réglage de l'arrivée de l'air.	190
Conditions d'une bonne flamme.	191

CHAPITRE VII

Allumage des becs à incandescence.

Systèmes en usage.	193
<i>Allumage ordinaire.</i>	194
1° Allumage à la rampe.	195
2° Allumage à la cuiller.	195
<i>Allumage automatique.</i>	198
Système Duke.	199
Système Canellopoulos.	200
Système de la Société du Self. Allumeur.	202
Système Guyenot-Château.	205
Système Scenderop.	208
De la verrerie dans l'éclairage à incandescence.	208

CHAPITRE VIII

Incandescence par le pétrole et l'essence de pétrole.

Lampe Spiel et Brüchner.	212
Lampe Hantz.	215
Lampe Auer.	216
Lampe Deselle.	216
Lampe Lux.	218
Lampe Hadmar.	218
Lampe Doudart de la Grèce.	219

CHAPITRE IX

Incandescence par l'alcool.

Considérations générales.	221
Lampe Engelfrod.	224

Incandescence par l'acétylène.

Considérations générales. 226

CHAPITRE X

Applications de l'Éclairage à incandescence par le gaz et les liquides gazéifiés.

Éclairage des villes. — Paris, Berlin, Bruxelles, Rome, etc.. 228
 Éclairage des wagons de chemin de fer. 229
 Éclairage des parcs.. . . . 230
 Application à la photographie et à la micrographie. 233

CHAPITRE XI

Considérations économiques. 234
 Comparaison de l'éclairage à incandescence avec les autres genres d'éclairage. 234
 Tableau comparatif des diverses sources lumineuses. 236

CHAPITRE XII

Brevets français concernant l'Éclairage à incandescence par le gaz et les liquides gazéifiés.

1^o Brevets concernant les corps irradiants. 239
 2^o — les becs et brûleurs à incandescence par le gaz. 241
 3^o — — — le pétrole. 244
 4^o — — — l'essence. 246
 5^o — — — l'alcool. 246
 6^o — — — l'acétylène. 247
 7^o — l'allumage des brûleurs à incandescence par le gaz. 247
 8^o — les régulateurs, systèmes suspenseurs, etc. 247
 9^o — les anciens brevets. 248
 TABLE DES MATIÈRES. 350



GEORGES CARRÉ ET C. NAUD, ÉDITEURS
3, RUE RACINE, PARIS

Dixième année.

REVUE GÉNÉRALE
DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

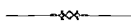
Paraissant le 15 et le 30 de chaque mois

PAR LIVRAISONS GRAND IN-8^o COLOMBIER RICHEMENT ILLUSTRÉES

ABONNEMENT ANNUEL :

Paris, 20 fr. ; Départements, 22 fr. ; Union postale, 25 fr.

Prix du numéro : 4 fr. 25



Lorsqu'il y a dix ans un Comité de Savants, d'Ingénieurs et d'Agronomes se constituait pour créer, sous la direction de M. Louis Olivier, la *Revue générale des Sciences*, nul ne pouvait prévoir le rapide essor réservé à cette grande publication, la place non seulement considérable, mais prépondérante, qu'elle allait bientôt prendre dans la littérature scientifique du monde entier, l'influence qu'elle exercerait, dans notre pays, sur la marche des sciences et l'application de leurs conquêtes à la vie pratique.

Groupant les forces scientifiques éparses sur le territoire de la France, attirant aussi à elle les savants de l'Étranger, la *Revue* entreprenait de faire concourir les efforts de tous à l'étude des grands problèmes scientifiques, agronomiques et industriels, que se pose la société contemporaine.

Tel a été le succès de ce programme qu'il est devenu aujourd'hui inutile d'y insister : la *Revue générale des Sciences* est actuellement répandue dans le monde entier, ses services universellement appréciés, son autorité

partout reconnue ; on peut dire, sans abuser des mots, qu'elle constitue véritablement une œuvre d'utilité publique.

Son domaine embrasse toutes les sciences, depuis les spéculations les plus élevées de la philosophie scientifique jusqu'au détail le plus précis de l'application. Signalant le progrès dès qu'il apparaît, elle suit, pas à pas, les travaux scientifiques depuis le laboratoire du savant, où les découvertes éclosent, jusqu'à l'usine, où l'ingénieur et l'industriel les mettent en œuvre.

Indiquons d'abord la composition de chaque livraison. Nous donnerons ensuite un aperçu des principaux sujets récemment traités dans la *Revue*.

COMPOSITION

DE CHAQUE LIVRAISON DE LA REVUE

Chaque livraison comprend cinq parties :

- 1° *Une chronique ;*
- 2° *Plusieurs articles de fond ;*
- 3° *L'analyse critique des ouvrages récents ;*
- 4° *Les comptes rendus des travaux soumis aux Sociétés savantes de la France et de l'Étranger ;*
- 5° *Le relevé des articles récemment publiés par les principaux journaux scientifiques d'Europe et d'Amérique.*

I. Chronique. — Chaque livraison de la *Revue* débute par la *Chronique des événements scientifiques de la quinzaine écoulée*. Cette chronique se compose d'une série de petits articles, sortes de notes méthodiquement classées, qui indiquent, en tout ordre de science, les *faits d'actualité*. Visant surtout à *signaler les nouveautés* et à en donner une description exacte, ces notes

sont, quand il y a lieu, illustrées de dessins, de gravures et de photographies. Elles sont envoyées à la *Revue* par une pléiade de savants dont chacun se charge de relever les inventions ou procédés nouveaux qui surgissent dans sa spécialité. Toutes sont signées, de telle sorte que le lecteur particulièrement intéressé puisse s'adresser à l'écrivain pour un supplément d'information.

II. **Articles de fond.** — La deuxième partie de la *Revue*, — de beaucoup la plus développée, — se compose des *articles de fond*, ordinairement au nombre de *quatre*. Ces articles ont pour objet principal d'exposer l'état actuel des *grandes questions scientifiques* à l'ordre du jour.

Il arrive souvent, en science, que tous les éléments requis pour résoudre un problème existent, sans qu'il y paraisse. La solution globale reste latente, inaperçue, tant que les solutions partielles, qui apportent chacune sa part de lumière, demeurent sans lien, disséminées de tous côtés. Il importe de les rapprocher pour arriver, en les additionnant, à la solution complète de la question. De telles synthèses, faites avec critique, sont infiniment précieuses pour le lecteur, qui n'a ni la compétence ni le loisir de colliger sur chaque sujet qui l'intéresse tous les Mémoires qui s'y rapportent. Le chimiste ne peut pas compulsier tous les travaux des physiciens, aussi est-il bien aise de lire un article qui les résume. Et il en est ainsi de tous les lecteurs : quelle que soit la spécialité de chacun, tous désirent être *rapidement mis au courant* de la marche générale des sciences adjuvantes de la leur.

Se pourrait-il, d'ailleurs, qu'à une époque où la science pénètre si intimement la vie sociale, chacun restât indifférent aux découvertes qui surgissent en dehors du sillon où il cherche ? Les applications de l'Electricité, les Rayons X, les découvertes dont la glande thyroïde vient d'être l'objet, les tentatives récemment faites en

vue de guérir la tuberculose et le cancer, touchent de trop près aux intérêts vitaux de l'humanité, pour ne pas susciter la curiosité universelle : elles s'imposent à l'examen de tous les esprits cultivés.

La *Revue générale des sciences* rend à ses lecteurs l'inappréciable service de leur donner d'une façon méthodique la mise au point de toutes ces grandes questions d'intérêt général. Chaque fois qu'une découverte importante vient d'être réalisée, à quelque science qu'elle se rapporte, la *Revue* prend soin de la décrire ; elle en expose l'origine, le développement, l'état actuel, la portée et les applications.

Des dessins, graphiques, cartes géographiques, gravures de toutes sortes et photogravures, dus aux meilleurs artistes, sont joints au texte toutes les fois que cela est utile à la clarté de la description.

C'est toujours aux auteurs mêmes des découvertes que la *Revue* a soin de demander ces articles. Elle s'adresse dans ce but aux savants de tous les pays, et c'est là l'un de ses traits les plus originaux. Toute la presse a rendu hommage à l'éclat d'une telle collaboration. Le *Journal de Saint-Petersbourg* écrivait récemment à ce propos :

« ... Ce qui a valu à la *Revue générale des Sciences* un succès aussi général, c'est qu'elle recueille sa collaboration dans tous les grands centres de la production scientifique, aussi bien à la Société Royale de Londres qu'à l'Académie des Sciences de Paris ; aussi bien à Berlin, à Moscou, qu'à Philadelphie ou à Rome.

« Ayant des collaborateurs dans toutes les grandes villes de l'Europe, la *Revue* compte aussi dans toutes de nombreux lecteurs. Et ce ne sont pas seulement les savants, les professeurs, physiciens, chimistes, biologistes, etc., qui se font un devoir de la lire : elle a pénétré plus intimement dans la vie de notre société contemporaine ; c'est ainsi que, chez nous, par exemple, elle est consultée par tous ceux qui travaillent au progrès de la science et aussi par l'élite de nos ingénieurs et de nos industriels. Les hommes pratiques qui se préoccupent d'appliquer les résultats

des recherches scientifiques, trouvent, en effet, dans la *Revue*, à côté du mouvement scientifique pur, — c'est-à-dire de l'exposé des découvertes et des doctrines qu'elles suscitent, — l'indication détaillée de toutes les nouveautés scientifiques susceptibles d'intéresser le spécialiste, le praticien, qu'il s'agisse de Médecine, d'Agriculture, d'Industrie ou de Commerce. Là surtout est le secret du succès de la *Revue générale des Sciences*. »

(Le *Journal de Saint-Petersbourg* du 19 avril 1896.)

Le *Journal de Saint-Petersbourg*, qui consacrait ces lignes à la *Revue* dans une étude sur le mouvement scientifique en Russie, soulignait, comme on vient de le voir, le haut intérêt de la série d'articles, également très appréciés en France, que la *Revue* fait paraître sur *l'état actuel et les besoins de nos grandes industries*.

Mais ces sujets, et ceux qui se rapportent à la science pure, ne sont pas les seuls que la *Revue* étudie : elle traite aussi, dans ses articles de fond, les questions de *Géographie économique*, en particulier les *questions coloniales*. En de telles matières, la Science a non seulement le droit, mais le devoir d'intervenir. C'est à elle de nous renseigner sur la salubrité de nos colonies, sur les richesses minérales, forestières ou culturelles, qu'il est possible d'en tirer. La *Revue générale des Sciences* fait large place à ces études qui, à juste titre, passionnent aujourd'hui l'opinion.

III. Analyse critique des publications nouvelles. — Cette troisième partie de la *Revue* est consacrée à l'analyse détaillée et à la critique de tous les ouvrages importants récemment parus sur les sciences mathématiques, physiques et biologiques et sur les applications de ces sciences à l'Art de l'Ingénieur, à la Construction mécanique, à l'Agriculture, à l'Industrie, à l'Hygiène publique et à la Médecine.

Ces résumés sont assez détaillés pour dispenser le plus

souvent le lecteur de se reporter aux ouvrages originaux.

Toutes ces analyses bibliographiques sont faites par des *spécialistes* et signées de leurs noms.

IV. Comptes rendus des Académies et Sociétés savantes.

— Cette quatrième partie de la *Revue* expose les travaux présentés aux principales Académies et Sociétés savantes de la France et de l'Étranger :

Académie des Sciences de Paris ;
Académie de Médecine ;
Société de Biologie ;
Société française de Physique ;
Société chimique de Paris ;
Société royale de Londres ;
Société de Physique de Londres ;
Société de Chimie de Londres ;
Société royale d'Édimbourg ;
Société anglaise des Industries chimiques ;
Académie des Sciences d'Amsterdam ;
Etc., etc...

La *Revue* a tenu à publier, dès leur apparition, l'analyse détaillée des travaux soumis aux principales sociétés savantes de l'Étranger. Dans ce but elle a organisé, avec le concours de certains de leurs membres, un *service régulier de correspondance*. Les comptes rendus que la *Revue* reçoit de ces savants offrent d'autant plus d'intérêt que les bulletins de la plupart des Sociétés de l'Étranger ne paraissent que très longtemps, quelquefois un an, après les séances. En donnant par anticipation un résumé détaillé de ces travaux, la *Revue* rend à tous les chercheurs un service inestimable.

V. Relevé des sommaires des journaux scientifiques de la France et de l'Étranger. — Dans un *supplément* qui accompagne toutes ses livraisons, la *Revue générale des*

Sciences publie la liste de tous les articles originaux récemment parus dans les principaux journaux scientifiques du monde entier. Les sommaires d'environ deux cents de ces périodiques sont ainsi relevés ; les titres de tous leurs articles sont cités *en français*, avec la mention du nom de l'auteur et de la date de la publication du fascicule qui les contient. Plus de quatre cents articles ou mémoires sont ainsi cités dans chaque livraison.

Ce vaste répertoire de la production scientifique actuelle est infiniment précieux aux travailleurs qui, grâce au mode de classement adopté, trouvent tout de suite, dans le relevé des périodiques, l'ordre de science qui les intéresse.

Comme on le voit, ces cinq parties de la *Revue*, régulièrement représentées dans chaque livraison, sont disposées de telle sorte, que l'ENSEMBLE DE LA PRODUCTION SCIENTIFIQUE CONTEMPORAINE se trouve revisé, d'une part avec assez de détail pour qu'aucun travail de valeur n'échappe au spécialiste intéressé, d'autre part avec assez d'ampleur, de critique et de méthode, pour fixer nettement dans l'esprit du lecteur l'état précis du progrès théorique et pratique en chaque science.

Tous ceux qui, à des titres divers, s'y intéressent, — savants, hommes de laboratoire, professeurs, chimistes, médecins, ingénieurs, agronomes, industriels, gens du monde curieux des choses de l'esprit, — trouvent dans la *Revue générale des Sciences* le TABLEAU COMPLET DU MOUVEMENT SCIENTIFIQUE ACTUEL.

Voici un aperçu des principaux sujets récemment traités dans la *Revue* :

PRINCIPAUX SUJETS

RÉCEMMENT TRAITÉS DANS LA REVUE

Ces sujets sont relatifs : 1^o à la *Science pure* ; 2^o à l'*Industrie* ; 3^o à l'*Agronomie* ; 4^o à la *Géographie économique*.

I. — Science pure.

Les articles consacrés à ces sujets portent sur toutes les sciences ; ils insistent particulièrement sur celles où des tendances nouvelles se font jour ; et ils s'attachent à montrer, en chacune, l'orientation actuelle des recherches, les voies où les travaux en cours se trouvent engagés.

Les *Mathématiques* ne sont traitées que dans la mesure où il est possible de les exposer sans calculs. Dans ces sciences, ce sont les *idées*, et non pas les formules, que la *Revue* s'applique à indiquer.

En *Physique*, ce sont les faits d'observation et d'expérience conduisant à des conceptions nouvelles, qui ont naturellement la plus large part. L'*Optique* et l'*Électricité*, dont les théories se trouvent comme renouvelées à la suite des travaux de Hertz, de Lénard et de Röntgen, notamment l'Électricité, si féconde en applications de toutes sortes, sont, dans la *Revue*, l'objet de nombreuses études. Il n'est guère de livraison de ce recueil qui ne leur consacre, sinon un article développé, tout au moins quelques notices très substantielles.

Une autre branche de la Physique, qui a pris, dans notre société, une importance exceptionnelle, la *Photographie*, est aussi, comme il convient, largement repré-

sentée. De nombreux articles dus aux spécialistes les plus éminents lui sont régulièrement consacrés.

La *Chimie physique*, science toute d'actualité ; la *Chimie minérale*, à laquelle semblent revenir beaucoup de chercheurs ; la *Chimie organique*, dont le domaine ne cesse de s'étendre ; la *Chimie physiologique*, si utile au biologiste et au médecin, occupent, dans la *Revue*, la grande place à laquelle l'intérêt philosophique de leurs doctrines et l'importance de leurs applications leur donnent droit.

La *Géologie*, actuellement en pleine évolution, les sciences biologiques, la *Physiologie* des plantes, des Animaux et de l'Homme, la *Médecine* et l'*Hygiène*, objets de tant de progrès, voient toutes leurs doctrines, toutes leurs conquêtes soigneusement exposées dans la *Revue générale des sciences*.

Sous l'influence des travaux de laboratoire, la Pathologie subit une véritable révolution. La *Revue* s'attache à bien marquer le caractère de cette métamorphose. Elle a soin de décrire toutes les nouveautés, toutes les découvertes qui se produisent dans le vaste champ des sciences médicales, qu'il s'agisse de *Médecine* ou de *Chirurgie*, de neuro-pathologie, de maladie organique ou d'infection virulente.

• En *Hygiène*, les questions à l'ordre du jour relatives à l'hygiène infantile, à l'étiologie des maladies épidémiques ou endémiques, aux mesures préventives destinées à combattre ces fléaux, sont décrites en détail. La *Revue* expose aussi les conventions internationales, les grandes entreprises publiques, les travaux d'aménagement d'eau et d'assainissement dont se préoccupent les Gouvernements, les grandes agglomérations urbaines, les autorités régionales et locales.

Voici, à titre de **spécimens**, quelques-uns des articles que la *Revue* a récemment consacrés à ces questions :

LES PROGRAMMES DE L'ÉCOLE POLY- TECHNIQUE	{	M. A. Cornu de l'Académie des Sciences.
LES BACTÉRIES FOSSILES ET LEUR ŒUVRE GÉOLOGIQUE.	{	M. Bernard Renault Assistant au Muséum.
LE LABORATOIRE CRYOGÈNE DE LEYDE.	{	M. Emile Mathias Professeur de Physique à la Faculté des Sciences de Toulouse.
LA FLUOROSCOPIE	{	M. M.-C. Gariel Professeur de Physique à la Faculté de Médecine de Paris.
UNE NOUVELLE MÉTHODE DE THÉRA- PEUTIQUE : L'OPOTHÉRAPIE. . . .	{	D^r P. Maubrac D^r G. Maurange
LA CONSTANTE DE LA GRAVITATION.	{	M. C.-V. Boys de la Société Royale de Londres
REMARQUES SUR LA LOI DE NEWTON.	{	M. C.-E. Guillaume Physicien au Bureau international des Poids et Mesures.
LE SÉRO-DIAGNOSTIC DE LA FIÈVRE TYPHOÏDE	{	M. M. Fontoyant Interne des Hôpitaux.
LES MANIFESTATIONS DE LA VIE DÉRIVENT-ELLES TOUTES DES FOR- CES MATÉRIELLES	{	M. A. Gauthier Membre de l'Académie des Sciences et de l'Académie de Médecine.
LE RÉGIME DE LA SARDINE	{	M. Fabre-Domergue Directeur du Laboratoire de zoologie maritime de Concarneau.
LA STRUCTURE DES BALKANS	{	M. A. de Lapparent
LES RAYONS X	{	M. W. Röntgen Professeur de Physique à l'Université de Wurtzbourg.
LES RAYONS CATHODIQUES ET LES RAYONS RÖNTGEN	{	M. H. Poincaré de l'Académie des Sciences.
LA TECHNIQUE ET LES RÉCENTES APPLICATIONS DE LA PHOTOGRA- PHIE DE L'INVISIBLE.	{	M. C. Raveau Chef des travaux du Laboratoire de Physique à la Sorbonne. M. G. Meslin Professeur de Physique à la Faculté des Sciences de Montpellier.
L'ÉTAT ACTUEL DE LA LUTTE CONTRE LA TUBERCULOSE	{	M. L.-H. Petit Secrétaire général de l'Œuvre de la Tuberculose

DE L'INFINI MATHÉMATIQUE	}	M. J. Tannery Sous-Directeur des Études à l'École Normale Supérieure
LA DÉTERMINATION DU SEXE		M. L. Cuénot Chargé de cours de Zoologie à la Faculté des Sciences de Nancy.
L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE ZÜRICH	}	M. G.-E. Guye Professeur agrégé à l'École Polytechnique fédérale de Zürich.
L'ÉTAT ACTUEL DE NOS CONNAIS- SANCES SUR LES VENINS		M. G. Phisalix Assistant au Muséum.
LES DIFFÉRENTES FORMES DE LA RES- PIRATION HUMAINE	}	M. W. Marcet de la Société Royale de Londres.
LES RÉCENTES DÉCOUVERTES SUR LA FONCTION THYROÏDIENNE		D^r Allyre-Chassevant Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.
LE MÉCANISME DE LA COMPLICATION ORGANIQUE CHEZ LES ANIMAUX. (}	M. E. Perrier de l'Académie des Sciences, Professeur au Muséum.
LES INFECTIONS NON BACTÉRIENNES.)		D^r H. Roger Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.
LA NOUVELLE TUBERCULINE DE KOCH ET LA THÉORIE DES SUCS PLASMA- TIQUES DE BUCHNER	}	D^r R. Romme Préparateur à la Faculté de Médecine.
L'HISTOPATHOLOGIE DE LA CELLULE NERVEUSE		D^r G. Marinesco
LA DÉSINFECTION DES LOCAUX . . .]		M. M. Molinié

Indépendamment de ces études qui se succèdent, dans la *Revue*, selon les exigences de l'actualité, ses livraisons du 30 de chaque mois renferment chacune un grand article consacré à la revision des récents progrès d'une science particulière. Exemples :

. REVISION ANNUELLE DES PROGRÈS DE L'ASTRONOMIE.	}	M. O. Collandreaux Membre de l'Académie des Sciences, Astronome à l'Observatoire de Paris.
		M. G. Bigourdan Astronome à l'Observatoire de Paris.

- | | | |
|---|---|--|
| 2. REVISION ANNUELLE DES PROGRÈS DE
LA PHYSIQUE | { | M. L. Poincaré
Chargé de Cours à la Faculté
des Sciences de Paris. |
| 3. REVISION ANNUELLE DES PROGRÈS DE
LA CHIMIE PURE | { | M. A. Etard
Répétiteur de Chimie
à l'École Polytechnique. |
| 4. REVISION ANNUELLE DES PROGRÈS DE
LA GÉOLOGIE | { | M. Emile Haug
Chef des Travaux de Géologie
à la Faculté des Sciences
de Paris. |
| 5. REVISION ANNUELLE DES PROGRÈS DE
LA BOTANIQUE | { | M. L. Mangin
Professeur
au Lycée Louis-le-Grand. |
| 6. REVISION ANNUELLE DES PROGRÈS DE
LA ZOOLOGIE | { | M. R. Kœhler
Professeur
à la Faculté des Sciences
de Lyon. |
| 7. REVISION ANNUELLE DES PROGRÈS DE
L'ANATOMIE | { | M. H. Beauregard
Assistant au Muséum. |
| 8. REVISION ANNUELLE DES PROGRÈS DE
L'HYGIÈNE | { | M. P. Langlois
Chef des Travaux de Physiologie
à la Faculté de Médecine
de Paris. |
| 9. REVISION ANNUELLE DES PROGRÈS DE
LA CHIRURGIE | { | M. L. Olivier
Docteur ès sciences. |
| 10. REVISION ANNUELLE DES PROGRÈS DE
LA MÉDECINE | { | M. H. Hartmann
Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris,
Chirurgien des Hôpitaux. |
| | { | M. A. Létienne |

Ces grandes études résument avec le plus grand soin les acquisitions des diverses sciences, en précisent l'état actuel, et permettent d'apprécier, en chacune, le sens et l'importance du progrès.

II. — Industrie.

Dans presque toutes ses livraisons la *Revue* consacre une étude à une récente application de la science soit à la *Mécanique*, soit à l'*Art de l'Ingénieur*, soit à la *Métallurgie*, soit à quelque une de nos *grandes industries chimiques*.

Voici plusieurs spécimens de ces articles :

- | | | |
|--|---|--|
| 1. LES RÉCENTS PROGRÈS DE LA CONSTRUCTION NAVALE AUX ÉTATS-UNIS. | { | M. Croncau.
Professeur à l'École
d'Application du Génie maritime. |
| 2. APPAREILS POUR L'EXAMEN MICROSCOPIQUE DES CORPS OPAQUES. | { | M. G. Charpy
Docteur ès sciences. |
| 3. L'USINE KRUPP. -- LES ÉTABLISSEMENTS ARMSTRONG | { | Colonel XXX |
| 4. LE TRAVAILLEUR SOUS-MARIN | { | M. G. Pesce
Ingénieur des Arts et
Manufactures. |
| 5. LA SURCHAUFFE DE LA VAPEUR DANS L'INDUSTRIE | { | M. Aimé Witz
Professeur à la Faculté libre
des Sciences de Lille. |
| 6. LA FABRICATION DES EXTRAITS TANNANTS | { | M. Ferdinand Jean
Ancien chimiste de la Bourse
du Commerce. |
| 7. LES RÉCENTS PROGRÈS DE LA FERMENTATION ALCOOLIQUE INDUSTRIELLE. | { | M. Lucien Lévy
Professeur à l'École
des Industries agricoles de Douai. |
| 8. L'ANALYSE COMMERCIALE DES MATIÈRES SOUMISES A L'IMPÔT | { | M. F. Dupont
Secrétaire général
de l'Association des Chimistes
de Sucrierie. |
| 9. UN NOUVEAU SYSTÈME DE TRACTION ÉLECTRIQUE : LE TRAMWAY CLARET-WUILLEUMIER | { | M. P. Lauriol
Ingénieur des ponts et chaussées. |
| 10. L'APPLICATION DES COURANTS TRIPHASÉS DANS LES SUCRERIES ET LES RAFFINERIES. | { | M. D. Korda
Ingénieur de la Compagnie
de Fives-Lille. |
| 11. LA LOI DE VARIATION DE LA FORCE ÉLECTROMOTRICE APPLIQUÉE A UN ALTERNATEUR EN INFLUENCE-T-ELLE LE RENDEMENT ? | { | M. A. Gay
Ancien élève de
l'École Polytechnique. |
| 12. L'ÉLECTRODIALYSE DES JUS SUCRÉS. | { | M. E. Urbain
Chimiste des Sucrieries D. Linard |
| 13. LES RÉCENTS PERFECTIONNEMENTS DU PHONOGRAPHE | { | M. G. Lavergue
Ingénieur civil des Mines. |
| 14. L'ELECTRO-CHIMIE DE L'ALUMINIUM ET DES CARBURES MÉTALLIQUES. | { | M. D. Korda
Ingénieur de la Compagnie
de Fives-Lille. |

15. LA STÉRILISATION DE L'EAU PAR L'OZONE	D^r J. Répin Attaché à l'Institut Pasteur.
16. RELATIONS ENTRE LES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DES FERS ET DES ACIERS ET LEUR COMPOSITION CHIMIQUE	M. E. Demenge Ingénieur civil des Ponts et Chaussées.
17. L'ÉTAT ACTUEL DE LA PRODUCTION INDUSTRIELLE ET DE L'UTILISATION PRATIQUE DE L'ACÉTYLÈNE.	M. F. Dommer Professeur à l'École de Physique et de Chimie de la Ville de Paris.
18. SUR QUELQUES PROGRÈS DE LA PHOTOGRAPHIE PRATIQUE.	M. E. Silz

Il convient aussi d'appeler l'attention sur une autre classe d'articles industriels, dont la *Revue* a conçu le programme et dont elle poursuit, depuis un an, la publication régulière. Nous voulons parler des MONOGRAPHIES qu'elle consacre à L'ÉTAT ACTUEL DES GRANDES INDUSTRIES.

Chaque grande industrie ⁽¹⁾ est, dans la *Revue*, l'objet d'une monographie détaillée, due à un CHIMISTE, à un INGÉNIEUR notoirement compétent, ou à un MANUFACTURIER ayant conquis, dans la défense des intérêts *généraux* de l'industrie qu'il exerce, une éclatante autorité.

Ces monographies industrielles s'attachent à bien mettre en évidence dans chaque cas :

1° *L'application des méthodes scientifiques au perfectionnement des procédés de fabrication ;*

2° *Le régime économique, notamment les résultats des dernières lois de douane ;*

3° *Les conditions sociales du travail.*

Ces grands articles indiquent, pour chaque industrie, les conditions dans lesquelles elle s'est développée,

(1) C'est à dessein que nous disons « une industrie » et non pas un établissement industriel, une usine. La *Revue* ne consacre JAMAIS un article à la description d'une manufacture, entreprise privée d'un industriel ou d'une compagnie. Elle traite, ce qui est bien différent, de chaque industrie, considérée *dans son ensemble*.

les causes de son essor, son état actuel, l'outillage qu'elle exige, le détail des opérations qu'elle requiert, la façon dont la science y intervient, les problèmes que celle-ci a successivement résolus et ceux dont on doit lui demander la solution. On y trouve aussi, très soigneusement exposé, avec *cartes et diagrammes* à l'appui, tout ce qui concerne la répartition et l'expansion géographique de l'industrie considérée, ses débouchés, son importance comme élément de la richesse publique, ses statistiques, les cours de ses matières premières et de ses produits, les fluctuations de sa prospérité en rapport avec les régimes économiques qui lui ont été imposés, ses besoins actuels, les dispositions législatives qu'elle réclame, l'aide que ses syndicats lui apportent, la façon dont le travail manuel y est organisé et rémunéré, les dispositions prises pour ou par les ouvriers en vue d'assurer leur bien-être, enfin la comparaison de l'état de la même industrie en France et à l'Étranger.

Ces grandes monographies permettent au lecteur de se faire une idée exacte des FORCES INDUSTRIELLES de notre pays ; elles fournissent à l'*Économiste* et au *Législateur* des éléments d'appréciation qui leur font défaut aujourd'hui et devraient cependant être à la base de tous leurs travaux ; elles appellent l'attention du *Savant* sur les questions techniques qui sollicitent son concours ; elles donnent au *Praticien* la vue élevée des choses de son métier, au *Commerçant*, au *Financier*, à l'*Administrateur* les moyens d'apprécier sainement la valeur des entreprises qui les intéressent.

Voici les sujets traités dans les diverses monographies industrielles déjà parues dans la *Revue* :

L'ÉTAT ACTUEL DE L'INDUSTRIE SUCRIÈRE EN FRANCE	}	M. E. Urbain Chimiste de Sucrierie.
		M. L. Lindet Professeur de Technologie à l'Institut Agronomique.

L'ÉTAT ACTUEL DE L'INDUSTRIE DES CHAUX HYDRAULIQUES ET DES CIMENTS EN FRANCE.	M. E. Candlot.
L'ÉTAT ACTUEL DE L'INDUSTRIE DE L'ACIDE SULFURIQUE.	M. E. Sorel Professeur suppléant au Conservatoire des Arts et Métiers
L'ÉTAT ACTUEL DU TRAVAIL DU FER ET DE L'ACIER.	M. E. Demenge Ingénieur civil.
L'ÉTAT ACTUEL DE L'INDUSTRIE DES PHOSPHATES ET SUPERPHOSPHATES EN FRANCE.	M. E. Sorel Professeur suppléant au Conservatoire des Arts et Métiers.
L'ÉTAT ACTUEL DE LA VERRERIE ET DE LA CRISTALLERIE EN FRANCE.	M. E. Damour Ancien Ingénieur de la Verrerie de Folembray. M. G. Guéroult Ancien Sous-Directeur des Cristalleries de Baccarat.
L'ÉTAT ACTUEL DE L'INDUSTRIE DES EAUX-DE-VIE ET LIQUEURS EN FRANCE.	M. X. Rocques Ancien Chimiste principal du Laboratoire municipal de Paris.
L'ÉTAT ACTUEL DE LA FABRICATION DE LA FONTE EN FRANCE	M. A. Pourcel Ancien chef de Service des Hauts Fourneaux et Acières de Terrenoire.
L'ÉTAT ACTUEL DE LA NAVIGATION INTÉ- RIEURE EN FRANCE.	M. A. de Bovet Directeur de la Compagnie de Touage de la Basse-Seine et de l'Oise.
L'ÉTAT ACTUEL DE LA FÉCULERIE EN FRANCE.	M. L. Laze Ingénieur-chimiste.
L'ÉTAT ACTUEL DE LA FABRICATION DE L'AMMONIAQUE	M. P. Truchot Ingénieur-chimiste.
L'ÉTAT ACTUEL DE LA CONSTRUCTION DES TORPILLES ET TORPILLEURS.	M. H. Brillié Ingénieur des Constructions navales.

III. — Agronomie.

Les applications des Sciences à l'Agriculture sont exposées dans la *Revue* par les agronomes les plus éminents de notre pays.

Tous les ans M. P.-P. Dehérain, de l'Académie des Sciences, professeur au Muséum et à l'École nationale d'Agriculture de Grignon, traite, en un grand article, des progrès agronomiques accomplis depuis un an. Mais, toute l'année, à mesure que se produisent d'intéressantes nouveautés, divers spécialistes les font connaître aux lecteurs. Ceux-ci se trouvent ainsi constamment tenus au courant du mouvement agronomique actuel, comme le montrent les articles suivants récemment parus :

- | | | |
|---|---|---|
| 1. LA LUTTE ACTUELLE CONTRE LE BLACK
ROT. | } | M. D. Zolla
Professeur à l'École
d'Agriculture de Grignon. |
| 2. LES CARTES AGRONOMIQUES COMMUNALES | } | M. A. Carnot
Membre de l'Académie des
Sciences, Inspecteur
en chef des Mines. |
| 3. LA LAITERIE MODERNE ET L'INDUSTRIE DU LAIT CONCENTRÉ | } | M. R. Lezé
Professeur à l'École
d'Agriculture de Grignon. |
| 4. LE DOSAGE DE L'AZOTE DANS LES TERRES ET LES ENGRAIS. | } | M. A. Larbalétrier
Professeur à l'École
d'Agriculture du Pas-de-Calais. |
| 5. LES MOTEURS A PÉTROLE EN AGRICULTURE | } | M. A. Gay
Ancien élève de l'École
Polytechnique. |

Comme pour nos industries, la *Revue* a voulu aussi consacrer à chacune de nos grandes cultures une monographie particulière.

Voici quelques exemples de ces MONOGRAPHIES AGRICOLES :

- | | | |
|--|---|--|
| L'ÉTAT ACTUEL DE LA CULTURE DES PLANTES ORNEMENTALES EN ALGÉRIE. | } | M. H. Rivière
Directeur du Jardin d'Essai
du Hamma, à Alger. |
| L'ÉTAT ACTUEL DE LA CULTURE DES PLANTES OLÉAGINEUSES HERBACÉES. | } | M. L. Malpeaux
Professeur à l'École
d'Agriculture du Pas-de-Calais. |
| L'ÉTAT ACTUEL DE L'APICULTURE EN FRANCE. | } | M. R. Hommel
Professeur spécial
d'Agriculture du Puy-de-Dôme. |

L'ÉTAT ACTUEL DE L'AVICULTURE EN FRANCE	M. C. Voitellier Professeur départemental d'Agriculture à Meaux.
L'ÉTAT ACTUEL DE LA VINIFICATION EN FRANCE	M. L. Roos Directeur de la Station (Enologique de l'Hérault.
L'ÉTAT ACTUEL DE LA VINIFICATION EN ALGÉRIE	M. J. Dugast Directeur de la Station Agronomique d'Alger.
L'ÉTAT ACTUEL DE LA CULTURE DE L'ORGE DE BRASSERIE ET DU HOUBLON EN FRANCE	M. A. Larbalétrier Professeur à l'Ecole d'Agriculture du Pas-de-Calais.

IV. — Géographie économique.

La *Revue* s'applique, enfin, à faire connaître le progrès de l'EXPLORATION et de la COLONISATION, l'ÉTAT ACTUEL DE NOS POSSESSIONS et des pays soumis à notre Protectorat. Sur ces sujets elle a notamment publié :

LA COLONISATION LIBRE EN NOUVELLE-CALÉDONIE	M. J. Godefroy
LA FRANCE DANS LE DÉTROIT DE BAB-EL-MANDEB	M. J. Machat
LE CONGO FRANÇAIS	M. J. Deloncle Sous-Directeur au Ministère des Colonies.
LES PRODUITS VÉGÉTAUX DU CONGO FRANÇAIS	M. L. Lecomte Explorateur au Congo.
LA GÉOLOGIE ET LES MINES DU BASSIN DU NIARI	M. M. Bertrand Professeur de Géologie à l'Ecole Supérieure des Mines.
CRÉATION D'UNE VOIE DE COMMUNICATION DU STANLEY-POOL A LA MER	M. A. Cornille Capitaine du Génie. M. J. Goudard Capitaine du Génie.
LE PORT DE SFAX. — LE MOUVEMENT COLONIAL EN ALLEMAGNE	M. J. Godefroy
LES RELATIONS COMMERCIALES DE L'ÉGYPTÉ AVEC LE SOUDAN	M. H. Dehérain

LES HOVAS DE MADAGASCAR.	} M. A. Grandidier Membre de l'Institut.
L'ÉTAT DU COMMERCE A MADAGASCAR ET L'AVENIR ÉCONOMIQUE DE L'ÎLE.	} M. G. Foucart Chargé de missions à Madagascar.

Spécialement sur la Tunisie, la *Revue* a publié :

1. LA NATURE TUNISIENNE.	} M. Marcel Dubois Professeur de Géographie coloniale à la Sorbonne.
2. LES GRANDES ÉTAPES DE LA CIVILISA- TION EN TUNISIE.	} M. G. Boissier Secrétaire perpétuel de l'Académie française.
3. LES GRANDS TRAVAUX D'ART ET LES AMÉNAGEMENTS AGRICOLES DES RO- MAINS EN TUNISIE.	} M. F. Gauckler Directeur du Service des Antiquités et des Arts de la Régence de Tunis
4. LA POPULATION ET LES RACES EN TUNISIE.	} M. J. Bertholon Médecin à Tunis.
5. L'ASPECT DE LA CIVILISATION INDI- GÈNE ACTUELLE EN TUNISIE.	} M. G. Deschamps Ancien élève de l'École Normale Supérieure et de l'École d'Athènes.
6. LES CONDITIONS SANITAIRES ET L'HY- GIÈNE EN TUNISIE.	} M. A. Loir Directeur de l'Institut Pasteur de Tunis.
7. LA GÉOLOGIE, LES CARRIÈRES ET LES MINES EN TUNISIE.	} M. E. Haug Chef des Travaux pratiques de Géologie à la Sorbonne. M. R. Cagnat Professeur au Collège de France. Membre de l'Institut. M. E. de Fages Ingénieur des ponts et chaussées de la Régence.
8. LES FORÊTS ET LA QUESTION DU RE- BOISEMENT EN TUNISIE.	} M. G. Loth Professeur au Lycée Carnot à Tunis.
9. L'ACCLIMATATION VÉGÉTALE EN TU- NISIE.	} M. M. Cornu Professeur au Muséum.
10. L'AGRICULTURE EN TUNISIE.	} M. L. Grandeau Doyen honoraire de la Faculté des Sciences de Nancy.

- | | |
|--|---|
| 11. LA CULTURE DE L'OLIVIER EN TUNISIE | M. de Lespinasse-Langeac
Président de la Chambre mixte de Commerce et d'Agriculture du Sud de la Tunisie. |
| 12. LES CONDITIONS ÉCONOMIQUES ET SOCIALES DE LA COLONISATION AGRICOLE EN TUNISIE | M. J. Chailley-Bert
Secrétaire général de l'Union Coloniale française. |
| 13. LES INDUSTRIES DES INDIGÈNES EN TUNISIE | M. J. Fleury
Chef de Bureau de S. M. le Bey. |
| 14. LES INDUSTRIES DES EUROPÉENS EN TUNISIE | M. Robert
Vice-Président de la Chambre mixte de Commerce et d'Agriculture du Sud de la Tunisie.
M. X. Rocques
Chimiste-conseil du Domaine de Potinville.
M. J. Deiss
Membre de la Chambre de Commerce de Marseille. |
| 15. LES RAPPORTS DE LA TUNISIE AVEC LE MARCHÉ EUROPÉEN | M. G. Wolfrom
Attaché à la Résidence générale, à Tunis. |
| 16. LES RELATIONS COMMERCIALES DE LA TUNISIE AVEC LE SAHARA ET LE SOUDAN | M. le L^c Rébillet
Chef de la Maison militaire de M. le Résident général, à Tunis. |
| 17. LES TRAVAUX PUBLICS DE LA RÉGENCE | M. E. de Fages
Ingénieur des ponts et chaussées de la Régence. |
| 18. L'ÉTAT ACTUEL DES SERVICES SCIENTIFIQUES ET DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE EN TUNISIE | M. R. Versini
Professeur au Lycée d'Aix. |
| 19. LA STATISTIQUE DE LA TUNISIE | M. V. Turquan
Directeur de la Statistique au Ministère du Commerce. |
| 20. L'ŒUVRE ADMINISTRATIVE DE LA FRANCE EN TUNISIE | M. E. Levasseur
Membre de l'Académie des Sciences morales et politiques. |

APPRÉCIATIONS DE LA PRESSE

SUR LA « REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES »

Les articles de la *Revue*, — précisément parce qu'ils apportent des *arguments et des faits d'ordre scientifique* à la discussion des questions d'intérêt général, — sont souvent cités au cours des débats parlementaires ; les feuilles politiques leur font de fréquents emprunts et ont ainsi l'occasion de leur rendre hommage.

Nous ne rapporterons pas ici les appréciations élogieuses que les grands journaux de Paris (*le Temps, les Débats, le Gaulois, le Figaro, le Monde, etc...*), des Départements (plus de 300), et de l'Étranger (*Times, plus de 200 périodiques, etc...*), — ont, en bien des circonstances, émises sur la *Revue*. Contentons-nous de reproduire l'article suivant, dans lequel le *Journal des Débats* juge ainsi l'œuvre de la *Revue générale des Sciences* :

« La science a cessé d'être le domaine de quelques-uns. Elle pénètre notre existence, et nul homme du monde ne peut s'affranchir de la nécessité de se tenir au courant de ses découvertes et de ses progrès.

« Aussi a-t-on vu se multiplier, en ces dernières années, les journaux dits « scientifiques ». Le nombre de ces feuilles démontre qu'un nouveau besoin est né dans l'esprit public, qu'une curiosité s'est ouverte à ce qui, naguère encore, paraissait un mystère interdit à la foule.

« Il s'en faut, cependant, que toutes ces publications méritent créance. La plupart n'ont de scientifique que le nom. Comme si elles avaient peur d'effrayer leurs lecteurs en les initiant vraiment à la science, elles croient faire assez en leur donnant chaque

semaine, à côté de vagues dissertations sans conclusion, quelques recettes d'hygiène, de photographie, d'électricité usuelle, ou encore des statistiques incohérentes ayant une fois pour objet le nombre de kilomètres parcourus en un jour par tous les vélocipédistes du monde entier, une autre fois la quantité de becs de gaz par groupe de dix mille habitants dans les principales villes de l'Europe.

« Une seule revue a, depuis six ans, trouvé le moyen de rester constamment scientifique, dans le sens le plus élevé du terme, tout en se maintenant pratique et accessible à tous les esprits cultivés : c'est la *Revue générale des Sciences pures et appliquées*, couramment appelée la « *Revue Verte* ».

« Le domaine de cette Revue est des plus vastes : c'est, en réalité, celui de la science tout entière, méthodiquement étudiée et considérée depuis ses principes jusqu'au détail de ses applications.

« Un tel programme n'est réalisable qu'avec une direction sans cesse en éveil et bien consciente de son rôle. Il ne faut pas croire, en effet, que, pour faire une Revue, il suffise d'imprimer bout à bout des articles, même savants, recueillis au hasard des rencontres. Il faut choisir, dans chaque département de la Science, les sujets à traiter et, pour chacun d'eux, l'écrivain le plus autorisé. Il faut, en outre, combiner ces articles de telle sorte que, dans chaque Science, leur ensemble donne au lecteur le tableau complet des progrès récents, l'exacte mise au point des questions à l'ordre du jour.

« Or, dans la *Revue générale des Sciences*, — et c'est là un trait qui la distingue entre toutes, — ce souci de la méthode et de l'équilibre se sent à chaque page. L'étendue de chaque article est proportionnée à l'importance et à l'actualité du sujet ; et, quelle que soit la question traitée, elle est toujours exposée par un spécialiste hautement compétent.

« Aussi ce recueil est-il devenu, non seulement en France, mais dans le monde, le trait d'union des savants et du public. Chaque fois qu'ils ont une découverte à exposer, une communication d'intérêt général à présenter, c'est à la *Revue Verte* que recourent les maîtres de la science : les Bouehard, Lippmann, Milne-Edwards, Grandidier, Cornu, Marey, Poincaré, Bertrand, Berthelot, Dehérain, Janssen, Crookes, Ramsay, Ostwald, Rœntgen, etc., etc.

« A côté des articles de ces savants, — qui tiennent ses lecteurs

au courant de tous les faits d'ordre scientifique qu'un homme instruit doit connaître, — la *Revue* fait large part aux préoccupations pratiques de la société moderne. C'est ainsi qu'elle accorde un développement particulier aux questions agronomiques, industrielles et coloniales.

« Il serait superflu de rappeler, à ce propos, l'importance de l'enquête qu'elle a instituée pour faire connaître l'état actuel et les besoins de nos grandes industries urbaines et rurales. Ses monographies agricoles et industrielles ne sont pas seulement précieuses aux praticiens : elles attirent actuellement l'attention de tous ceux qui se préoccupent des destinées de notre pays.

« C'est pour répondre à la même patriotique curiosité que la *Revue* a entrepris de faire paraître une série d'articles sur la géographie, les ressources minérales, forestières, culturelles et commerciales de nos possessions d'outre-mer. On sait, notamment, avec quelle faveur a été accueillie, dans le monde entier, la livraison de la *Revue* consacrée à « *Ce qu'il faut connaître de Madagascar* ».

« Cette riche variété d'études, savamment associées, de façon à tenir le public au courant de tout le mouvement scientifique contemporain, a concilié à la *Revue générale des Sciences* les sympathies du public instruit ; et c'est un signe heureux que, dans notre démocratie, un recueil de haute science obtienne le succès en intervenant aussi directement dans les affaires de notre pays. »

(Extrait du *Journal des Débats* du 4 mars 1896.)

Sixième année.

L'Éclairage Électrique

REVUE HEBDOMADAIRE

DES TRANSFORMATIONS

ÉLECTRIQUES — MÉCANIQUES — THERMIQUES

DE

L'ÉNERGIE

DIRECTION SCIENTIFIQUE :

A. CORNU

Professeur à l'École Polytechnique.
Membre de l'Institut.

A. D'ARSONVAL

Professeur au Collège de France.
Membre de l'Institut.

G. LIPPMANN

Professeur à la Sorbonne.
Membre de l'Institut.

D. MONNIER

Professeur à l'École centrale
des Arts et Manufactures.

A. POTIER

Professeur à l'École des Mines.
Membre de l'Institut.

H. POINCARÉ

Professeur à la Sorbonne.
Membre de l'Institut.

J. BLONDIN

Professeur agrégé de l'Université.

ABONNEMENTS

FRANCE et ALGÉRIE : 50 francs. — UNION POSTALE : 60 francs

Les abonnements partent du commencement de chaque trimestre.

Prix du Numéro : 1 franc

Lorsqu'en septembre 1894 *La Lumière Électrique* cessa brusquement de paraître, l'émoi fut grand parmi tous ceux, savants et industriels, qui s'occupent d'électricité. C'était, en effet, un recueil universellement apprécié, dont la collection constitue aujourd'hui une sorte d'encyclopédie de la Science électrique et de ses applications, où tous les faits nouveaux, toutes les découvertes récentes se trouvent consignés et étudiés avec les développements qu'ils comportent.

Combler le vide laissé dans la Presse scientifique par la disparition de cet important organe s'imposait. C'est dans ce but que, groupant les principaux collaborateurs de ce recueil et y adjoignant des éléments nouveaux en vue d'accentuer son double caractère industriel et scientifique, **L'Éclairage Électrique** a été fondé. Publié

sous le même format, avec la même périodicité, aussi largement illustré que *La Lumière Électrique*, **L'Éclairage Électrique**, qui paraît régulièrement depuis le 15 septembre 1894, a su conserver, et même, suivant d'aucuns, dépasser le rang qu'avait atteint son prédécesseur.

COMPOSITION DE CHAQUE NUMÉRO

Chaque numéro comprend cinq parties :

- 1^o *Articles de fond.*
- 2^o *Revue industrielle et des inventions.*
- 3^o *Revue des Sociétés savantes et des publications scientifiques.*
- 4^o *Bibliographie.*
- 5^o *Chronique.*

Depuis quelques mois il a été ajouté à chaque numéro un SUPPLÉMENT où sont publiés les :

- 6^o *Nouvelles.*
- 7^o *Sommaires des périodiques.*
- 8^o *Ouvrages reçus.*
- 9^o *Brevets d'invention.*

I. Articles de fond. — Les articles de fond, généralement au nombre de quatre, se composent d'*articles originaux*, de *revues critiques* et de *descriptions d'usines, d'installations et de matériel.*

Les *articles originaux*, dus à la plume des savants les plus illustres et des ingénieurs les plus distingués, sont de beaucoup les plus nombreux et les plus développés. Les questions les plus complexes de l'électricité pure, aussi bien que les problèmes les plus ardu de l'art de l'ingénieur électricien y sont traités avec ampleur ; en outre, une place est accordée aux questions qui, sans être absolument du domaine de l'électricité, comme celles de l'optique et, dans un autre ordre d'idées, les questions relatives aux moteurs

hydrauliques et thermiques, s'y rattachent assez étroitement pour présenter quelque intérêt aux savants et aux industriels.

Les *revues critiques* ont pour objet de remettre sous les yeux du lecteur, à l'occasion de quelque nouvelle découverte, l'ensemble des travaux effectués dans une des parties du domaine si vaste de l'électricité ; toujours confiées à un savant ou à un praticien au courant de la question, ces revues ont pour le lecteur l'inappréciable avantage de le dispenser d'aller chercher dans d'innombrables publications les mémoires originaux qui l'intéressent.

Les *descriptions d'usines, d'installations et de matériel*, généralement faites par les ingénieurs chargés de leur exécution ou en mesure de les étudier avec soin, sont toujours illustrées avec la plus grande profusion.

II. Revue industrielle et des inventions. — Dans cette seconde partie, *L'Éclairage Électrique* donne l'analyse des principaux articles publiés dans les *journaux français et étrangers*, des communications faites aux *Sociétés techniques* et des *Brevets d'invention*. Ces analyses, faites avec le plus grand soin et le plus rapidement possible, tiennent chaque semaine les ingénieurs au courant des questions qui les intéressent.

III. Revue des Sociétés savantes et de la presse scientifique. — Cette troisième partie rend aux savants les mêmes services que la précédente aux industriels ; elle est consacrée à l'analyse détaillée des mémoires présentés aux diverses *Académies et Sociétés savantes* ou publiés dans les principaux *Recueils scientifiques* du monde entier. Grâce à la compétence des collaborateurs qui en sont chargés, grâce aussi au soin et à la scrupuleuse exactitude qu'ils apportent au travail délicat qui consiste à résumer la pensée des autres sans la défigurer, cette *Revue* jouit d'une estime universelle et

tout auteur d'un travail sérieux tient à honneur d'y figurer.

IV. Bibliographie. — Tout ouvrage important publié en France ou à l'étranger et se rapportant à l'électricité est l'objet d'une analyse critique absolument impartiale, assez étendue pour indiquer au lecteur la valeur de l'ouvrage et la nature de son contenu.

V. Chronique. — Dans cette partie, sont donnés des renseignements sur le développement des applications de l'électricité : *travaux projetés, installations d'usines récentes, résultats d'exploitation, statistique*, etc., ainsi que des analyses succinctes des travaux industriels et scientifiques de nature à pouvoir être exposés sans illustration.

Supplément. — Dans les *Nouvelles* sont publiées aussi rapidement que possible les informations relatives à la traction, l'éclairage, la téléphonie, etc., aux expositions, concours, formations de sociétés, etc.

Les *Sommaires des périodiques* donnent, chaque semaine et dans le plus bref délai, les titres des articles originaux publiés dans les principaux journaux d'électricité allemands, américains, anglais, autrichiens, etc., ainsi que des articles relatifs à l'électricité que publient les journaux et revues industriels ou scientifiques d'ordre plus général.

Les ouvrages envoyés à la Rédaction sont annoncés, sous la rubrique *Ouvrages reçus*, dès leur réception, de sorte que les lecteurs de *L'Éclairage Électrique* se trouvent ainsi constamment tenus au courant de la littérature électrique.

Enfin chaque semaine une liste des *Brevets d'invention* pris récemment en France, termine le supplément.

Cette division du journal et le développement qu'il est possible de donner à chacune de ses parties grâce à

l'étendue de chaque numéro permettent de renseigner le lecteur, *rapidement et complètement*, sur tout ce qui s'écrit ou se fait en électricité, dans le monde entier.

PRINCIPAUX SUJETS RÉCEMMENT TRAITÉS

S'adressant aux savants, aux ingénieurs et aux constructeurs, *L'Éclairage Électrique* traite des sujets des plus variés se rapportant à *l'Électricité pure* et aux nombreuses *Applications de l'électricité*.

I. — Électricité pure.

Bien que toutes les questions d'électricité pure soient traitées avec ampleur dans la *Revue des Sociétés savantes et des publications scientifiques* où sont reproduits ou analysés les travaux présentés aux Académies des sciences et aux Sociétés de physique de Paris, Londres, Berlin, Vienne, Rome, Saint-Petersbourg, et les mémoires publiés par les grandes revues scientifiques : *Annales de Chimie et de Physique*, *Journal de Physique*, *Annalen der Physik und Chemie*, *Philosophical Magazine*, *Physical Review*, chaque livraison de *L'Éclairage Électrique* contient généralement un article de fond sur *l'Électricité pure*.

Voici à titre de spécimens quelques-uns des articles de ce genre récemment publiés :

A PROPOS DE LA THÉORIE DE LARMOR. }	M. H. Poincaré De l'Académie des Sciences, Professeur à la Sorbonne.
LA DÉCIMALISATION DE L'HEURE ET DE LA CIRCONFÉRENCE }	M. A. Cornu De l'Académie des Sciences, Professeur à l'École Polytechnique.
RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LA POLARISATION ROTATOIRE MAGNÉTIQUE. }	M. Cotton Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Toulouse.
LA THÉORIE ÉLECTROMAGNÉTIQUE DE LA LUMIÈRE ET L'ABSORPTION CRISTALLINE. }	M. B. Bruhnes Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon.

SUR L'INTERPRÉTATION THÉORIQUE DES EXPÉRIENCES HERTZIENNES. SUR L'É- QUIVALENCE DES FLUX DE CONDUCTION ET DE DÉPLACEMENT	}	M. Duhem Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.
AU SUJET DES EXPÉRIENCES DE M. CHRIS- TIANSEN SUR L'ÉLECTRICITÉ DE CONTACT		M. H. Pellat Professeur au lycée Buffon, des Sciences de Paris.
POTENTIELS ÉLECTRIQUES DANS LES LIQUIDES EN MOUVEMENT	}	M. Gourée de Villemontée Docteur ès sciences Professeur au lycée Buffon.
SUR LA LOI DE L'HYSTÉRÉSIS.		M. F. Guilbert Ingénieur-Électricien de la maison Farcol.
SUR L'HYSTÉRÉSIS DIÉLECTRIQUE VIS- QUEUSE.	}	M. Riccardo Arno Professeur au musée royal industriel de Milan.
LA VISCOSITÉ APPARENTE DES DIÉLECTRI- QUES		M. A. Hess
THÉORIE DE L'ÉLECTRICITÉ FONDÉE UNI- QUEMENT SUR L'EXPÉRIENCE ET LE RAI- SONNEMENT.	}	M. A. Vaschy Ingénieur des télégraphes.
RECHERCHES SUR L'AIMANTATION		M. Pierre Weiss Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Rennes.
NOUVELLES EXPÉRIENCES SUR L'ÉTINCELLE GLOBULAIRE.	}	M. A. Righi Professeur à l'Institut Royal de physique de l'Université de Bologne.

Les questions d'actualité trouvent naturellement un large développement dans L'Éclairage Électrique. Les *rayons cathodiques* et les *rayons X* y sont l'objet de nombreux articles, revues ou chroniques, et il est rare qu'un numéro du journal ne contienne pas quelque étude sur les questions à l'ordre du jour. A titre de spécimen, nous reproduisons ci-dessous le sommaire des articles de fond de l'un des numéros de février 1896 :

LES RAYONS DE RÖNTGEN	}	M. J. Blondin Agrége de l'Université Professeur au collège Rollin.
SUR LES RAYONS DE RÖNTGEN		M. A. Schuster De la Société Royale de Londres.
LES VIBRATIONS LONGITUDINALES DE L'É- THER.	}	M. J.-T. Bottomley De la Société Royale de Londres.

SUR LES RAYONS DE LENARD ET DE RÖNTGEN.	}	M. Olivier Lodge De la Société Royale de Londres.
LA PHOTOGRAPHIE A LA LUMIÈRE NOIRE.		M. G. Le Bon L. Benoist et D. Hurmuzescu Docteurs ès sciences.
NOUVELLES PROPRIÉTÉS DES RAYONS X.	}	M. A. Nodon Docteur ès sciences.
EXPÉRIENCES SUR LES RAYONS DE RÖNT- GEN		M. V. Chabaud
TRANSPARENCE DES MÉTAUX POUR LES RAYONS X.	}	M. G. Moreau
DE LA PHOTOGRAPHIE DES OBJETS MÉTAL- LIQUES A TRAVERS LES CORPS OPAQUES AU MOYEN D'UNE AIGRETTE D'UNE BO- BINE D'INDUCTION.		M. O. Lodge De la Société Royale de Londres.
LES HYPOTHÈSES ACTUELLES SUR LA NA- TURE DES RAYONS DE RÖNTGEN.	}	M. J. Blondin Agrégré de l'Université.
LES RAYONS DE RÖNTGEN A LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE.		

Ces questions ont d'ailleurs été suivies et, laissant de côté les nombreuses *Revues* et *Chroniques* qui s'y rapportent, nous citerons parmi les *Articles de fond* :

SUR LA PRODUCTION DE PHÉNOMÈNES ÉLECTRIQUES PAR LES RAYONS DE RÖNTGEN.	}	M. A. Righi Professeur à l'Université de Bologne.
RECHERCHES SUR LE VIDE ÉLEVÉ.		Lord Kelvin De la Société Royale de Londres.
A PROPOS DES EXPÉRIENCES DE RÖNT- GEN.	}	M. Clavenad Ingénieur en chef des ponts et chaussées.
DÉCHARGE DE L'ÉLECTRICITÉ PRODUITE PAR LES RAYONS RÖNTGEN.		M. J.-J. Thomson De la Société Royale de Londres.
SUR LA PRODUCTION DES ONDES LONGITU- DINALES DANS L'ÉTHER	}	Lord Kelvin De la Société Royale de Londres.
LA DIFFRACTION DES RAYONS X		M. D. Bungetziano Professeur à l'Université de Bucarest.
SUR UNE NOUVELLE ESPÈCE DE RAYONS.	}	M. W.-C. Röntgen Professeur à l'Université de Wurzburg.
MÉCANISME DE LA DÉCHARGE DES CORPS ÉLECTRISÉS PAR LES RAYONS DE RÖNT- GEN.		M. Jean Perrin Agrégré préparateur à l'École normale.

SUR L'ACTION PHOTOGRAPHIQUE DES RAYONS X.	}	M. Ch. Maurain Agrégé préparateur au Collège de France.
PERFECTIONNEMENT A LA CONSTRUCTION DES TUBES DE CROOKES DESTINÉS A LA PHOTOGRAPHIE PAR LES RAYONS DE ROENTGEN.		M. É. Colardeau Agrégé de l'Université Professeur au Collège Rollin.
LES RAYONS CATHODIQUES ET LA THÉORIE DE JAUMANN.	}	M. H. Poincaré De l'Académie des sciences.
LES RAYONS X ET LES ILLUSIONS DE DÉNOMBRE.		M. G. Sagnac Agrégé préparateur à la Sorbonne.
EFFETS DES RAYONS DE ROENTGEN SUR LA CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQUE DE LA PARAFFINE.	}	Lord Kelvin D^r Beattie D^r Smolan

A la limite du domaine de l'Électricité pure se placent les analyses des travaux d'électricité présentés aux Congrès et les descriptions des appareils nouveaux rencontrés aux Expositions. Dans les derniers volumes de L'Éclairage Électrique ont paru sur ces sujets les articles qui suivent :

CONGRÈS INTERNATIONAL DES ÉLECTRICIENS DE GENÈVE.	}	M. C. E. Guye Professeur à l'école polytechnique de Zurich.
CONGRÈS DE CARTHAGE DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES.		M. J. Blondin Agrégé de l'Université
COMMUNICATIONS FAITES A LA SECTION DES SCIENCES MÉDICALES DU CONGRÈS DE BORDEAUX.	}	M. A. Broca Docteur ès sciences, Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris.
CONGRÈS DE CHIMIE APPLIQUÉE DE PARIS.		D^r Th. Guilloz De la Faculté des Sciences de Nancy.
LES TRAVAUX DE L'ASSOCIATION BRITANNIQUE.	}	M. J. Blondin Agrégé de l'Université, et M. G. Pelissier
L'EXPOSITION DE GENÈVE.		M. A. Hess
L'EXPOSITION DE LA SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE.	}	M. Ch.-E. Guye Professeur à l'École polytechnique de Zurich.
		M. J. Blondin Agrégé de l'Université.

II. — Électricité appliquée.

Plus nombreux encore sont les articles se rapportant aux applications de l'Électricité.

Brevets d'invention. — La description des *Brevets d'invention*, d'une si grande importance pour l'ingénieur et le constructeur, est régulièrement faite sous forme d'articles et de revues très largement illustrés. Parmi les articles nous relevons :

LES APPLICATIONS MÉCANIQUES.	}	M. G. Richard Ingénieur des Arts et Manufactures, Secrétaire général de la Société d'Encouragement.
LES APPLICATIONS THERMIQUES		
LES APPLICATIONS CHIMIQUES.		
LES LAMPES A ARC.		
LES LAMPES A INCANDESCENCE.	}	M. G. Pellissier
LES APPLICATIONS A LA TRACTION.		
LES DYNAMOS ET LES MOTEURS.		
LA TÉLÉPHONIE ET LA TÉLÉGRAPHIE		
LES APPLICATIONS CHIMIQUES.	}	M. A. Hess
LES INSTRUMENTS DE MESURE.		
LES INSTRUMENTS DE MESURE.	}	M. J. Blondin
LES INSTRUMENTS DE MESURE.		
LES INSTRUMENTS DE MESURE.	}	M. H. Armagnat Ingénieur de la maison Carpentier.
LES INSTRUMENTS DE MESURE.		

Descriptions d'installation. — Mais s'il est de la plus grande utilité d'être tenu au courant des inventions récentes, il est non moins utile de connaître celles qui ont subi l'épreuve de la pratique. L'Éclairage Électrique public, dans ce dernier but, la description détaillée des grandes *Installations*.

Voici quelques-uns des articles de ce genre publiés dans les derniers volumes :

LA STATION CENTRALE DE ZURICH	}	M. Ch. Jacquin Ingénieur des chemins de fer de l'Est.
LA DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE A LYON.		
LA DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE A LYON.	}	M. J.-L. Routin Ingénieur de la Société des forces motrices du Rhône.
LA DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE A LYON.		
LE TRANSPORT DE FORCE CHÈVRES-GE- NÈVE	}	M. C.-E. Guye Professeur agrégé à l'École polytechnique de Zurich.
LE TRANSPORT DE FORCE CHÈVRES-GE- NÈVE		

L'UTILISATION DES CHUTES DU NIAGARA. }	M. G. Pellissier
LES ALTERNATEURS DU SECTEUR DES CHAMPS-ÉLYSÉES. }	M. F. Guilbert Ingénieur de la maison Farcot.
LE NOUVEAU MATÉRIEL GÉNÉRATEUR DU SECTEUR DE LA SOCIÉTÉ D'ÉCLAIRAGE ET DE FORCE. }	M. J. Reyval
LE SECTEUR DE LA RIVE GAUCHE. . . . }	M. A. Montier Ingénieur du chemin de fer du Nord.
LA STATION CENTRALE DE BUDA-PESTH. }	

Etudes industrielles. — Ces études forment la majeure partie des articles de fond. Toujours signées par les ingénieurs les plus distingués, elles se rapportent aux sujets les plus divers : Mesures industrielles, Génération et Transformation de l'électricité, Distribution, Moteurs, Transport de force, Éclairage, Electro-Chimie, etc., et contribuent à faire de **L'Éclairage Électrique** un journal indispensable à l'ingénieur-constructeur.

Voici quelques-uns des sujets récemment traités :

LA THÉORIE DU TRANSFORMATEUR GÉNÉRAL DE M. STEINMETS. }	M. T. Guilbert Ingénieur de la maison Farcot.
DU RÔLE DES CONDENSATEURS DANS LES INDUITS DES MOTEURS ASYNCHRONES. }	M. A. Blondel Ingénieur des phares et balises, Professeur à l'École des Ponts et Chaussées.
MESURE DIRECTE DE L'INTENSITÉ LUMINEUSE MOYENNE SPHÉRIQUE }	M. Galileo Ferrari Membre de l'Académie de Turin.
NOUVEAU SYSTÈME DE DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE DE L'ÉNERGIE PAR COURANTS ALTERNATIFS }	M. Riccardo Arno Professeur au Musée Royal industriel de Milan.
TRANSFORMATEUR ROTATIF SCHUCKERT A COURANTS CONTINUS, MONOPHASÉS, DI- PHASÉS ET TRIPHASÉS. }	M. J. Hanappe Professeur au laboratoire electro-technique de Mons.
LES APPAREILS DE MESURES ÉLECTRIQUES. }	M. H. Armagnat Ingénieur de la maison Carpentier.

DÉCALAGE ET ÉTINCELLES DANS LES MA- CHINES A COURANT CONTINU.	{	M. Fischer Hinnen Ingénieur-Electricien de la maison Fareot.
NOUVELLE MÉTHODE POUR LA DÉTERMINA- TION DES RENDEMENTS	{	M. J.-L. Routin Ingénieur de la Société des forces motrices du Rhône.
SUR LA DIFFICULTÉ DE RÉALISER UN CABLE TÉLÉPHONIQUE SOUS-MARIN.	{	M. E. Brylinski Ingénieur des Télégraphes.
SUR L'EMPLOI DU SECORMÈTRE DANS LA MESURE DES COEFFICIENTS DE SELF- INDUCTION	{	M. Osc. Colard Ingénieur des télégraphes belges.
SUR LA MESURE DE L'ISOLEMENT EN MAR- CHE D'UN RÉSEAU A TROIS FILS A COU- RANT CONTINU.	{	M. Maurice Travailleur Ingénieur-Electricien de la ville de Bruxelles.
LE TRAITEMENT ÉLECTROCHIMIQUE DES MINERAIS DE BROKEN HILL.	{	M. E. Andrioli Chimiste-Electricien.

Parmi les applications de l'électricité, deux ont pris dans ces dernières années une extension considérable; nous voulons parler de la *Traction électrique* et de l'*Électrochimie*.

La traction a été dans L'Éclairage Électrique l'objet de nombreux articles, revues et chroniques. Voici quelques-uns de ces articles :

SUR LES MOYENS DE DIMINUER LES FUITES DE COURANT DANS LE SOL, DUES AUX TRAMWAYS ÉLECTRIQUES AVEC RETOUR PAR LES RAILS.	{	M. P. Lanriol Ingénieur des Ponts et Chaussées.
LA TRACTION ÉLECTRIQUE PAR COURANTS POLYPHASÉS A LUGANO	{	M. J.-L. Routin Ingénieur de la Société des forces motrices du Rhône.
LE TRAMWAY DE LA PLACE DE LA RÉPU- BLIQUE A ROMAINVILLE.	{	M. Ch. Jacquin Ingénieur des Chemins de fer de l'Est.
DISTRIBUTION DU COURANT DE RETOUR DANS LES TRAMWAYS.	{	M. A. Blondel Ingénieur des phares et balises, Professeur à l'École des Ponts et Chaussées.
TRAMWAYS ÉLECTRIQUES : CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT AU POINT DE VUE DES DANGERS ÉLECTROLYTIQUES POUR LES OUVRAGES PLACÉS SUR OU SOUS LES VOIES PUBLIQUES	{	M. A. Monmerqué Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

LE MATÉRIEL DE TRACTION DE LA COMPAGNIE DE FIVES-LILLE.	} M. Paul Girault Ingénieur de la Compagnie de Fives-Lille.
LA CORROSION ÉLECTROLYTIQUE PAR LE COURANT DE RETOUR DES TRAMWAYS.	
	} M. Dugald C. Jackson Professeur à l'Université de Wisconsin.

Spécialement sur l'électrochimie, *L'Éclairage Électrique* a publié les articles ou revues qui suivent :

Electrochimie

J. BLONDIN et G. PELLISSIER. L'électrochimie au Congrès international de chimie appliquée. — A. MINET. Considérations générales sur les dernières applications de l'électrochimie. — Fabrication électrolytique de l'antimoine. — Electrolyse des sulfures métalliques Siemens. — Fabrication des plaques et fils de cuivre ou de zinc électrolytiques, procédé Copwer-Cooles. — Galvanisation Copwer-Cooles. — D. TOMMASSI. Procédé de désargentation électrolytique des plombs argentifères. — HENRI MOISSAN. Sur une nouvelle méthode de préparation des alliages d'aluminium. — CHARLES COMBES. Sur la préparation des alliages d'aluminium par voie de réaction chimique. — HENRI MOISSAN. Sur les produits du four électrique. — Sur le four électrique. — Etude du carbure de lanthane. — Etude de la fonte et du carbure de vanadium. — Recherches sur le tungstène. — Sur la solubilité du carbone dans le rhodium, l'iridium et le palladium. — Sur quelques expériences nouvelles relatives à la préparation du diamant. — A. MOURLOT. Sur l'action d'une haute température sur quelques sulfures. — BULLIER. La préparation du carbure de calcium. — Fours électriques pour la fabrication du carbure de calcium. — Four à carbure de Spray. — Four à carbure de Niagara. — Four à carbure Bullier. — Préparation de l'acétylène, procédé Schneider. — CHASSEVANT. Sur un procédé permettant de régulariser le débit de l'acétylène, par l'action de l'eau sur le carbide. — Purification de l'acétylène, procédé R. Pictet. — GIRAUD. Résultats d'analyse de l'acétylène. — HUBOU. Les applications de l'acétylène. — G. PELLISSIER. L'éclairage à l'acétylène. — DE BREVANS. L'éclairage à l'acétylène. — L'éclairage des trains par l'acétylène. — Les dangers de l'acétylène. — FÉRY. Sur la photométrie de l'acétylène. — Etalon photométrique à l'acétylène. — Générateur tubulaire surcursateur à ozone Seguy. — HULLIN. Résultats pratiques obtenus dans l'électrolyse des chlorures. — Electrolyseur Peyrusson. — J. HAMONET. Sur l'électrolyse des acides gras. — BATTUT. L'épuration des jus sucrés par l'électrolyse. — A. BALDREY. Épuration des jus sucrés par le procédé Schlomeyer, Behm et Dammeyer. — PEYRUSSON. L'emploi d'électrodes en plomb dans l'électrolyse des jus sucrés. — DUPONT. Quelques observations sur l'électrolyse des jus sucrés. — La fabrication du corindon en Amérique. — Station électrolytique à Skien (Norvège). — Station pour le traitement des minerais, à Trohathan.

EN VENTE

Tables générales des dix premiers volumes de L'Éclairage Électrique, 1 fascicule de 86 pages, donnant un état de ce qui a été publié jusqu'à ce jour 3 fr

L'ENSEIGNEMENT MATHÉMATIQUE

REVUE INTERNATIONALE

Paraissant tous les deux mois par fascicule in-8° raisin de 80 pages.

DIRECTEURS

C.-A. LAISANT

Docteur ès sciences,
Répétiteur à l'École polytechnique
de Paris.

H. FEHR

Privat-docent à l'Université de Genève,
Professeur au Collège et à l'École
professionnelle.

COMITÉ DE PATRONAGE

P. APPELL (Paris). — **N. BOUGAIEV** (Moscou). — **MORITZ CANTOR** (Heidelberg).
L. CREMONA (Rome). — **E. CZUBER** (Vienne). — **Z.-G. DE GALDEANO** (Saragosse).
A.-G. GREENHILL (Woolwich). — **F. KLEIN** (Göttingen). — **V. LIGUINE** (Varsovie).
P. MANSION (Gand). — **MITTAG-LEFFLER** (Stockholm). — **G. OLTRAMARE** (Genève).
JULIUS PETERSEN (Copenhague). — **E. PICARD** (Paris). — **H. POINCARÉ** (Paris).
P.-H. SCHOUTE (Groningue). — **C. STEPHANOS** (Athènes). — **F. GOMES TEIXEIRA** (Porto).
A. VASSILIEF (Kasan). — **A. ZIWET** (Ann-arbor, U. S. A.).

Prix de l'Abonnement annuel.

FRANCE ET SUISSE. . . 12 fr. | UNION POSTALE. . . . 15 fr.

Dans tous les pays où se cultive la science mathématique, le corps enseignant se compose à tous les degrés de professeurs profondément attachés à leur mission, et qui s'y consacrent avec tout ce qu'ils ont de dévouement, d'instruction et d'intelligence. Mais presque tous en sont venus à comprendre qu'il y a, dans les moyens pédagogiques employés, des perfectionnements possibles; à l'heure où la science a tant progressé, certaines simplifications peuvent être désirables, les programmes des diverses branches de l'enseignement appellent des réformes plus ou moins com-

plètes. Et avec cela il y a une question fondamentale dont on ne saurait méconnaître l'importance : c'est celle de la préparation du corps enseignant.

Toutes ces transformations ne sauraient s'accomplir brusquement, ni sans de sérieuses réflexions préalables. Mais, pour procéder à une telle étude d'une façon judicieuse et utile, la première des conditions n'est-elle pas de connaître ce qui se passe dans les autres pays, de savoir quel est dans chacun d'eux le mode d'organisation de l'enseignement mathématique; quels sont les programmes en vigueur, les moyens de sanction des études, etc. Or sur toutes ces choses, on vit, il faut le reconnaître, dans une ignorance générale profonde, et il n'en peut être autrement.

Par la publication de **L'Enseignement mathématique** nous avons voulu créer une sorte de correspondance mutuelle, continue, entre les hommes qui ont consacré leur vie à cette noble mission : l'éducation mathématique de la jeunesse.

En vue de ce résultat, notre premier soin a été de donner à **L'Enseignement mathématique** un caractère franchement et hautement international.

Chaque numéro de **L'Enseignement mathématique** contiendra en principe : 1° des articles généraux ; 2° des études pédagogiques ; 3° une chronique et des correspondances ; 4° une partie bibliographique.

Dixième année.

PHOTO-GAZETTE

Journal absolument indépendant.

RÉDACTEUR EN CHEF : G. MARESCHAL

*Paraissant tous les mois, par fascicules in-8° jésus de 20 pages,
avec de nombreuses illustrations et 1 planche hors texte.*

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL

FRANCE. . . 7 fr. | ÉTRANGER. 8 fr.

Tous les amateurs et les professionnels doivent avoir soin de se tenir au courant des progrès que font tous les jours les appareils et les procédés photographiques.

Il est indispensable pour cela de s'abonner à un journal spécial.

PHOTO-GAZETTE est surtout un journal pratique.

C'est la seule publication **de luxe** qui soit aussi **bon marché**.

Chaque numéro contient **une illustration hors texte** tirée par les meilleurs procédés et de **nombreuses illustrations dans le texte** reproduisant les clichés communiqués par les abonnés du journal.

PHOTO-GAZETTE compte parmi ses rédacteurs les savants et les praticiens qui font autorité en matière photographique.

Les articles inédits, ou extraits des principaux journaux étrangers, sont choisis avec le plus grand soin et tiennent constamment le lecteur au courant des nouveautés. Chaque numéro publie les *Recettes et Formules nouvelles* aussitôt qu'elles sont connues.

Sous la rubrique **Offres et Demandes** les abonnés peuvent faire des propositions de vente, d'échange ou d'achat et se défaire ainsi du matériel devenu inutile ou acquérir des appareils d'occasion.

PHOTO-GAZETTE vient d'entrer dans sa **sixième** année et compte des abonnés dans le monde entier.

Son succès toujours croissant prouve qu'elle répond bien à un besoin et que les amateurs et les professionnels y trouvent les indications nécessaires à leurs travaux.

Dans la **Petite Correspondance**, publiée en tête de chaque numéro, il est répondu à toutes les questions posées par nos abonnés.

La rédaction se tient, du reste, constamment à leur disposition pour leur donner par correspondance, et d'une façon tout à fait désintéressée, les renseignements qui peuvent leur être utiles.

L'ART

Photographique

RECUEIL DE REPRODUCTIONS PHOTOGRAPHIQUES

PAR LIVRAISON MENSUELLE

Contenant au moins quatre gravures de
format 30 × 40

ABONNEMENT : France et Étranger. . . . 25 fr.

L'envoi de chaque numéro se fait dans un rouleau de carton afin d'éviter le froissement.

BIBLIOTHÈQUE
DE LA
REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES

Collection de volumes in-8° carré, avec figures, cartonnés à l'anglaise. Prix : 5 fr.

Derniers volumes parus :

- Les Eaux-de-vie et Liqueurs**, par X. ROCQUES, Ingénieur-chimiste. 1 vol. in-8° carré de 224 pages avec 56 figures.
- L'Apiculture par les méthodes simples**, par R. HOMMEL, Ingénieur-agronome. 1 vol. in-8° carré de 338 pages, avec 102 figures et 5 planches hors texte.
- Les Méthodes pratiques en Zootechnie**, par C. PAGÈS, Docteur en médecine, Docteur ès sciences. 1 vol. in-8° carré de 215 pages, avec 12 fig.
- La Cytologie expérimentale**, Essai de cytomécanique, par A. LABBÉ, Docteur ès sciences. 1 vol. in-8° carré de 192 pages, avec 56 figures.
- Opinions et Curiosités touchant la Mathématique**, d'après les ouvrages français des XVI^e-XVII^e et XVIII^e siècles, par G. MAUPIN, Licencié ès sciences physiques et mathématiques. 1 vol. in-8° carré de 200 pages, avec figures.
- La Technique des Rayons X**, Manuel opératoire de la radiographie et de la fluoroscopie à l'usage des médecins, chirurgiens et amateurs de photographie, par ALEXANDRE HÉBERT, Préparateur à la Faculté de Médecine. 1 vol. in-8° carré de 138 pages, avec figures et 10 planches hors texte.
- La Plaque photographique** (gélatino-bromure d'argent), Propriétés, le visible, l'invisible, par R. COLSON, Capitaine de génie, répétiteur de physique à l'École polytechnique. 1 vol. in-8° carré de 164 pages, avec figures et 1 planche en chromolithographie hors texte.
- L'Éclairage à l'acétylène**, historique, fabrication, appareils, applications, dangers, par G. PELLISSIER. 1 vol. in-8° carré de 237 pages, avec 102 figures.
- Les Gaz de l'atmosphère**, par WILLIAM RAMSAY, traduit de l'anglais par G. CHARPY, Docteur ès sciences. 1 vol. in-8° carré de 194 pages, avec 6 fig.
- La Mathématique**, *Philosophie, Enseignement*, par C.-A. LAISANT. 1 vol. in-8° carré de 296 pages, avec 5 figures.
- Les Terres rares**, minéralogie, propriétés, analyse, par P. TRUCHOT. 1 vol. in-8° carré de 315 pages, avec 6 figures, cartonné à l'anglaise. Prix : 5 fr.
- Torpilles et Torpilleurs**, par H. BRILLIÉ, Ingénieur des constructions navales. 1 vol. in-8° carré de 204 pages, avec 48 figures et 10 planches hors texte.
- L'Artillerie**, ORGANISATION — MATÉRIEL ; — France — Angleterre — Allemagne — Russie — Turquie — Italie — Autriche-Hongrie — Espagne, par le commandant VALLIER. 1 vol. in-8° carré de 272 pages, avec 45 figures.

Sous presse :

- L'Éclairage à l'incandescence par le gaz et les liquides gazéifiés**, par P. TRUCHOT.
- Physique et Chimie viticoles**, par A. DE SÀPORTA.
- Évolution des êtres vivants**, par P. BUSQUET.

ÉVREUX, IMPRIMERIE DE CHARLES HÉRISSEY