

Il est juste de lui réserver dans l'histoire des commencements du nouvel éclairage la place très-méritée à laquelle elle a droit incontestablement. Depuis 1877 la place de l'Opéra, puis de grands magasins, l'avenue de l'Opéra, la place du Corps législatif, la place de l'Étoile, les cafés, les concerts, l'Hippodrome ont été splendidement illuminés avec la bougie Jablochhoff. Dans les annales de l'électricité c'est un fait sans précédents. Londres a suivi l'exemple de Paris. Le système Jablochhoff a eu la vogue pendant des mois. Et en effet, de prime abord, quoi de si simple et de si commode ? Plus de régulateurs, appareils d'horlogerie ou de précision, une sorte de bougie à mettre sur un support et la lumière jaillit avec éclat. Le progrès semblait évident au public et on a applaudi aux essais entrepris à Paris. La grande ville aura encore eu, grâce au système Jablochhoff, l'honneur de mettre la première en relief l'éclairage des places et des avenues à la lumière électrique.

Tout le monde n'a pas saisi du premier coup le mécanisme du système Jablochhoff. On a été jusqu'à dire que des machines à vapeur faisaient tourner de gigantesques machines électriques à frottement et que c'est l'électricité ainsi produite qui éclatait en étincelles entre les charbons de la bougie. Il nous paraît bon de définir en quelques lignes le système dans son ensemble ; nous insisterons plus tard sur les détails.

Le fonctionnement du système Jablochhoff comporte : 1° une machine à vapeur destinée à faire tourner des machines électro-magnétiques ; 2° les machines électro-magnétiques ; 3° les fils conducteurs de l'électricité ; 4° le foyer, c'est-à-dire la bougie.

A Paris, notamment avenue de l'Opéra, on emploie une machine à vapeur de 20 chevaux pour illuminer 16 bougies. La force motrice actionne une machine Gramme dont les courants excitent une seconde machine Gramme engendrant des courants alternatifs au taux de 4,810 courants inverses par minute. On emploie des courants alternatifs pour régulariser la combustion des deux charbons qui composent la bougie. Ces courants passent des générateurs dans les bougies par l'intermédiaire de conducteurs circulant sous le sol dans des tuyaux en poterie. Les conducteurs consistent en 7 fils de laiton noyés dans une composition de gutta-percha recouverte ensuite par du caoutchouc et par un tube imperméable. Quant aux bougies, elles ont déjà été décrites en principe : ce sont deux petites lames de charbon préparé selon la méthode Carré juxtaposées à une languette intermédiaire faite de plâtre et de sulfate de baryte. On a reconnu récemment que la languette isolatrice n'avait pas de raison d'être ; on peut la supprimer avec avantage. Les courants arrivent à chaque charbon et l'arc éclate entre les extrémités supérieures. La bougie se consume de haut en bas.

Pour éclairer l'avenue de l'Opéra on a besoin de quatre groupes de moteurs et de machines électro-magnétiques. Chaque bec nécessite 1 cheval vapeur, 25 de force motrice. On le voit, toute l'originalité du système réside en somme dans la suppression des régulateurs et dans l'usage exclusif de charbons dont l'écartement uniforme est réglé de lui-même, sans appareil, par la position même qu'on leur a donnée. Tout le

REVUE DES SYSTÈMES

EXPÉRIMENTÉS PUBLIQUEMENT A PARIS

SYSTÈME JABLOCHKOFF

La bougie Jablochhoff a provoqué, à Paris d'abord, un peu partout ensuite, un véritable mouvement en faveur de l'éclairage électrique. On lui doit incontestablement d'avoir fait passer la lumière électrique dans les applications courantes.

reste, machine génératrice d'électricité, conducteurs, est commun avec tous les systèmes.

La suppression de tout organe mécanique automoteur pour maintenir constante la distance uniforme entre les baguettes de charbon a fait la fortune du système Jablochhoff. La vogue l'a adopté.

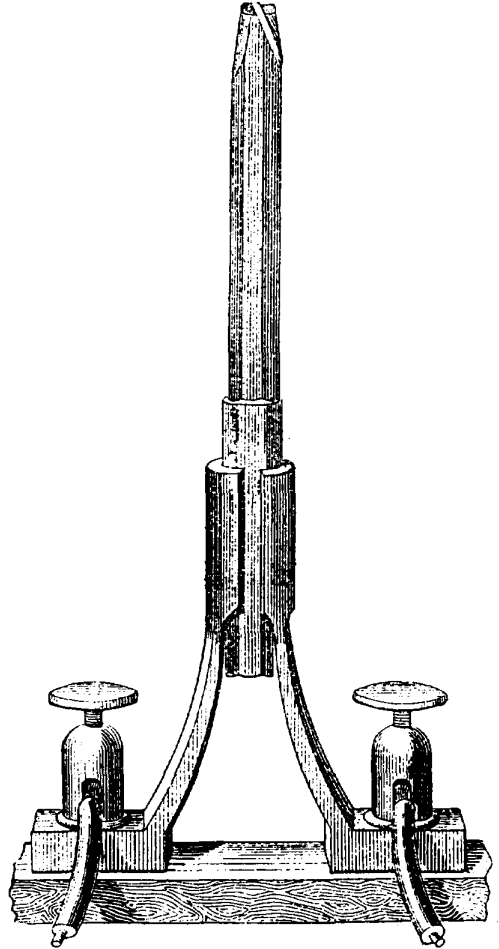
Après cette description sommaire, il nous reste à examiner le point essentiel. Le système réalise-t-il un avantage au point de vue économique? On a commencé par annoncer des économies considérables sur l'éclairage au gaz; on avait été jusqu'à citer des chiffres éloquentes. Il faut en rabattre de cette première opinion émise dans un moment d'enthousiasme. Le nouveau système est loin de fournir une lumière économique, au moins en ce qui concerne l'éclairage des rues et des places d'après les chiffres qui ont été récemment admis, et que nous allons faire connaître.



Le conseil municipal de Paris a eu naturellement à s'occuper de l'éclairage électrique de la ville. Il a adopté récemment les conclusions très-libérales et très-sages du rapporteur de sa troisième commission, M. L. Cernesson. Le conseil municipal a décidé avec raison que des expériences comparatives étaient devenues nécessaires. C'est pourquoi il a autorisé l'éclairage électrique, pendant une période d'un an, avenue de l'Opéra, place de l'Opéra, place du Théâtre-Français et dans un pavillon des Halles. De même, et concurremment, la Compagnie parisienne du gaz est autorisée à mettre à l'essai des becs de fort calibre le long de la rue du 4-Septembre, place du Château-d'Eau et dans un pavillon des Halles. On pourra ainsi se rendre un compte exact des avantages et des inconvénients respectifs des divers modes d'éclairage.

Le rapport de M. Cernesson renferme des données importantes. Nous en étions jusqu'ici aux conjectures sur le prix de revient de la lumière Jablochhoff. Les chiffres que nous allons indiquer ont été établis d'un commun accord par les ingénieurs de la Ville, les ingénieurs de la Compagnie du gaz et les agents de la Compagnie d'éclairage par l'électricité; ils ne sont donc pas contestables (1).

On a adopté en France, pour unité de pouvoir éclairant, la lumière produite par une lampe Carcel brûlant 42 grammes d'huile épurée à l'heure. Un bec de gaz de la Ville, brûlant



140 litres à l'heure, donne une lumière équivalente à celle d'une lampe Carcel augmentée de 10 centièmes. Une bougie électrique brûlant à feu nu équivaut en général à 30 becs Carcel. Mais comme il faut tamiser la lumière avec un globe opalin, le pouvoir éclairant se trouve par cela même très-réduit. Il est ramené à 18 ou 20 Carcel pour la lumière mesurée suivant l'horizontale passant par le foyer et à 12 Car-

(1) Ces documents ont été empruntés par M. Cernesson aux rapports de MM. Lévy, ingénieur ordinaire de la 1^{re} section municipale, Allard et de Fontange, ingénieurs en chef; T. Leblanc, vérificateur du gaz.

cel 10 pour l'éclairage mesuré suivant les rayons obliques lumineux tombant sur le sol (1).

Un bec électrique n'en équivaut pas moins à 11 becs de gaz, dits « becs de ville ».

Le prix de revient par heure a été établi comme il suit, par M. l'ingénieur Lévy, pour les 62 foyers de l'avenue de l'Opéra.

| | |
|--|--------------|
| Force motrice..... | 3 fr. 20 c. |
| Charbon pour alimenter la machine motrice..... | 6 64 |
| Huile pour graissage..... | 1 23 |
| Journées des surveillants..... | 3 20 |
| 62 bougies à 50 c..... | 31 » |
| Total..... | 42 fr. 27 c. |

Soit, par conséquent, par bec et par heure, 0 fr. 73 dans l'état présent.

D'un côté, à lumière égale, la dépense est de 0 fr. 73 et, de l'autre, de 0 fr. 23. La distance est encore grande, comme on le voit, entre le prix de revient des deux modes d'éclairage (2).

Il est vrai qu'il est permis d'espérer que l'on diminuera les dépenses afférentes à la force motrice, si l'on découvre des machines génératrices d'électricité plus puissantes. On parle de réduire la force motrice par bec dans les proportions du simple au double. D'autre part, les charbons sont vendus par le fabricant 0 fr. 50, prix très-rémunérateur. Admettons une réduction de moitié sur les charbons, de moitié sur la force motrice; dans ce cas encore, la dépense serait, pour les 62 foyers de l'avenue de l'Opéra, d'environ 25 francs, soit de 0 fr. 40 par bec, sans tenir compte de l'intérêt et de l'amortissement et d'environ 0 fr. 50 dans cette dernière hypothèse.

Le défaut du système réside surtout en ce moment dans l'extinction de la plus grande quantité de lumière produite par le globe opalin. Le globe interposé fait descendre, nous l'avons vu, l'intensité lumineuse de 30 à 20. De plus, les bougies sont placées à 4 mètres de hauteur, aussi perd-on beaucoup de lumière. Il n'existe pas de réflecteur. L'intensité lumineuse sur le sol est réduite à 11 ou 12 becs Carcel. Il y a là un vice d'application qui est assez difficile à tourner, lorsqu'on on emploie des foyers isolés à grande intensité lumineuse. Cependant on peut espérer diminuer la perte de lumière, en utilisant les nouveaux globes à double enveloppe de M. Clémandot. L'espace vide est rempli d'une ouate de verre très fine et très floconneuse. La lumière se tamise à

(1) On sait que les becs électriques sont placés à environ 4 mètres au-dessus du sol.

(2) Le conseil municipal a décidé que, dans les essais qui vont avoir lieu, on payerait à la Compagnie d'électricité le bec électrique eu égard à la quantité de lumière fournie comparée à celle du gaz; soit pour chaque bougie équivalente à 11 becs, et pour tenir compte de différentes circonstances difficiles à apprécier, 0 fr. 30. Le nombre des bougies avenue de l'Opéra, place de l'Opéra, Bastille et Halles, sera de 83. La dépense par heure sera de 24 fr. 90. De la fin du jour à minuit, pendant l'année, on compte 2,073 heures d'éclairage pour les localités désignées, sauf les Halles; soit 47,886 fr. 30. Pour les Halles, l'éclairage aura lieu toute la nuit, soit 4,000 heures. Dépense, 7,200 francs. Total, 55,086 fr. 30. Le gaz ne coûte en ce moment que 21,041 francs. L'excédant de dépense sera donc de 34,044 francs. D'autre part, le conseil n'a pas jugé qu'il y eût lieu de payer l'excédant du gaz qui serait brûlé pendant les essais au prix de 0 fr. 15, prix fixé par le traité avec la Compagnie du gaz. Comme il ne s'agit que d'expériences comparatives, la Compagnie du gaz a consenti à ne faire payer à la Ville aucun excédant de prix.

travers le nuage léger et se diffuse avec une perte moins grande que dans les globes opalisés au fluorure de calcium.

On voit, en définitive, que la bougie Jablochhoff ne donne pas encore tout ce qu'elle avait promis. Elle est très commode à employer dans beaucoup de circonstances. Sa simplicité même la recommande pour les illuminations, pour les fêtes, pour un éclairage de luxe et dans certaines autres applications spéciales. Malheureusement, nous le répétons, le système est coûteux, et on ne résout ainsi qu'imparfaitement le problème de la divisibilité de la lumière.

SYSTEME LONTIN

La Compagnie du chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée continue les essais préliminaires du système Lontin pour l'éclairage de la gare de Paris.

On se rappelle les essais faits il y a quelques années et qui avaient semblé montrer la possibilité de diviser la lumière dans de certaines limites et de placer un certain nombre de lampes dans le même circuit.

Il s'était fait un certain bruit autour de ces tentatives; puis, à la suite d'expériences, ou mal faites ou mal comprises, la faveur publique s'était tournée d'un autre côté. Aujourd'hui une grande administration revient au système Lontin; il convient donc de mettre sous les yeux de nos lecteurs, en attendant le résultat d'expériences définitives, les caractéristiques du système. Il ne faut pas oublier que M. Lontin a réuni un générateur d'électricité nouveau et une lampe qui n'est qu'une modification du régulateur Serrin, mais une modification de telle nature qu'elle a permis de faire fonctionner plusieurs foyers de lumière sur un seul circuit.

Le générateur d'électricité sera décrit ultérieurement dans ce journal avec tous les détails nécessaires. Il nous suffira de dire que ce générateur se divise en deux machines. La première est une machine dynamo-électrique qui, par la rotation, produit un courant continu et direct. Ce courant sert à amorcer une machine à lumière qui se compose d'un tambour inducteur tournant dans un anneau de fer qui porte les pelotons de fil à induire. Ces pelotons sont indépendants les uns des autres et donnent naissance chacun à des courants égaux et successivement alternés. Il est dès lors possible de coupler ces bobines à induire, suivant que l'on veut obtenir des effets de tension ou de quantité.

Le premier but que M. Lontin s'était proposé était, en adoptant cette disposition, de réunir un certain nombre de bobines en tension, et de diviser la couronne induite en autant de secteurs qu'il y avait de circuits et de lampes à allumer.

Mais il s'est trouvé que le problème de la divisibilité a été plus simplement résolu par une modification faite par M. Lontin aux régulateurs habituellement employés. On sait que, dans le régulateur Serrin, un électro-aimant, actionné par le courant, est chargé d'éloigner les charbons et de les maintenir à une certaine distance fixe.

M. Lontin, au lieu de placer son électro-aimant dans le circuit même, le construit en fil très-fin et très-résistant, et le met

en dérivation. Il en résulte qu'au moment où on établit le courant, l'électro-aimant devient actif, son armature déclenche le mécanisme, les charbons se rapprochent et viennent au contact. Le courant passe et la lampe s'allume; mais alors le solénoïde est inactif, à cause de sa grande résistance, et l'armature de l'électro-aimant, sollicitée par un ressort antagoniste, arrête le mouvement et ne pourra se déplacer que lorsque, par suite de l'usure des charbons, la résistance de l'arc voltaïque deviendra assez grande pour que le courant, en vertu des lois sur les courants dérivés, passe en partie par le solénoïde et l'active assez pour attirer l'armature et déclencher de nouveau le mouvement.

Il s'établit ainsi, entre la résistance de l'arc voltaïque et la résistance de l'électro-aimant, une espèce d'équilibre constamment rompu et constamment rétabli, qui maintient les charbons au même point et à un écartement invariable.

En faisant des expériences avec cette lampe, on a remarqué que l'on pouvait, dans certaines conditions, placer sur le même circuit un certain nombre de régulateurs fonctionnant ensemble. On serait arrivé ainsi à en mettre jusqu'à 12, dans les expériences comparatives faites pendant l'Exposition au pavillon du Ministère des travaux publics. Le générateur d'électricité était une machine de l'Alliance à courants alternatifs. Dans ces conditions, les 12 lampes donnaient une lumière totale de 228 becs. En ne plaçant que 6 régulateurs, on arrivait à une lumière totale de 1,414 becs. On a pu ainsi éteindre successivement une ou plusieurs lampes du circuit sans que les autres aient cessé de fonctionner avec le même réglage. Ces résultats paraissent assez importants pour attirer l'attention; mais nous croyons qu'il convient d'attendre les résultats définitifs donnés par l'installation de la gare de Lyon pour émettre une opinion certaine sur la valeur du système Lontin.

SYSTÈME REYNIER

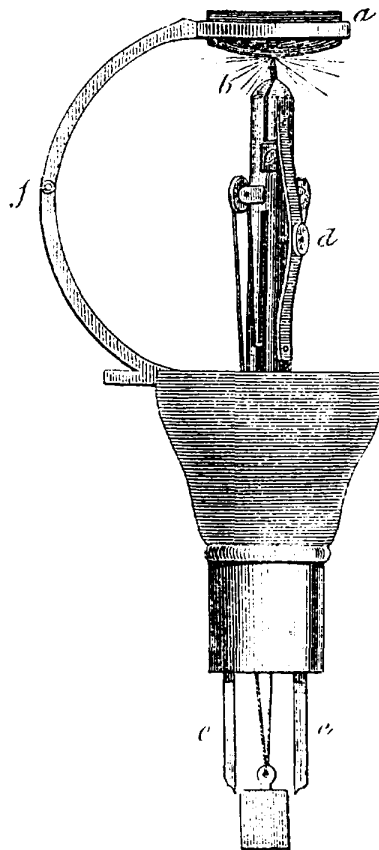
La lampe de M. Reynier emploie deux électrodes de charbon de différentes dimensions, l'électrode inférieure a la forme d'un disque pouvant tourner autour d'un axe horizontal; l'électrode supérieure est un crayon mince de charbon qui vient s'appuyer sur la circonférence du disque en un point placé un peu en dehors de la verticale de son centre. Un frein convenable tend à empêcher que les charbons se séparent et maintient, autant que possible, un contact continu. La lumière est donc obtenue sans arc voltaïque, par la seule incandescence. C'est, du moins, l'intention de l'inventeur. Lorsque l'électrode supérieure s'use, elle descend en faisant tourner le disque inférieur, et ce mouvement débarrasse l'appareil des cendres qui pourraient s'accumuler. On a pu voir cette lampe fonctionner dans les ateliers de MM. Mignon et Rouart et ceux de M. Breguet.

SYSTÈME WERDERMANN

Un nouveau système, dont on parle beaucoup à Londres, la lampe Werdermann, a déjà été expérimenté au palais du IRIS - LILLIAD - Université Lille 1

Lord Maire dans la rue Victoria, et à Euston Road. Des essais doivent avoir lieu prochainement à Paris et permettront de juger par comparaison les résultats obtenus par ce nouveau mode d'éclairage électrique. Nous croyons donc devoir exposer rapidement le principe de ce système.

La lampe Werdermann repose sur cette remarque que, si l'on fait varier dans une lampe électrique le rapport des sections des électrodes de charbons, il devient nécessaire, pour maintenir l'arc voltaïque, de diminuer la distance qui sépare les deux électrodes, et que si l'électrode négative a une section soixante-quatre fois plus grande que l'électrode positive, ces deux électrodes peuvent être amenées au contact, l'arc vol-



taïque devient très-petit sans pour cela disparaître. L'électrode négative ne s'échauffe pas sensiblement, le charbon positif rougit sur une longueur plus ou moins grande.

La lampe Werdermann est donc très-simple et se compose d'un charbon vertical guidé et sollicité à monter par un système de contre-poids. Il vient buter contre une plaque de charbon qui forme l'électrode négative.

L'arc voltaïque devenant très-petit, sa résistance est très-faible; on peut donc produire la lumière avec un courant de faible tension. Dans ces conditions, le problème devenant une question de quantité de courant aurait fait un pas vers la divisibilité.

Si, dans un circuit alimenté par un courant direct et continu,

on place en dérivation un nombre quelconque de lampes de manière que chaque dérivation, lampe et circuit compris, ait la même résistance, le courant se divisera également entre toutes les dérivations et éclairera toutes les lampes.

Cet éclairage n'ayant pas encore été expérimenté publiquement à Paris, nous n'en parlons que sous réserves et d'après les renseignements émanés de l'inventeur lui-même.

SYSTEME JAMIN.

« Je place verticalement deux charbons communiquant avec les pôles d'une pile ou d'une machine de Gramme, et j'allume l'arc au moyen d'un petit charbon introduit entre les deux premiers et enlevé ensuite ; puis je place en arrière le pôle austral d'un aimant ou le pôle boréal en avant, ou tous les deux à la fois. On sait, d'après la loi de Biot et Savart, que l'élément de courant doit se déplacer vers sa droite en regardant le pôle austral, et l'expérience montre que l'arc se transporte aussitôt jusqu'à la base des charbons ; il remonte, au contraire, jusqu'au sommet si l'on retourne l'aimant. Il se fixe alors à ce sommet, mais il change de forme ; il s'étale en une lame avec un ronflement sonore assez intense. Si l'aimant est fort, l'arc est comme soufflé de bas en haut et finit par disparaître après avoir pris la forme d'une flamme allongée.

« La même chose arrive si l'on entoure les deux charbons d'un rectangle traversé par le même courant. Chacune des parties de ce rectangle concourt pour faire monter l'arc si le sens des courants est le même dans les charbons et dans le rectangle, et pour le faire descendre si ce sens est contraire. L'action se multiplie par le nombre de tours que l'on fait faire au fil intérieur. Quatre tours suffisent pour fixer l'arc à la pointe et il y demeure, quelle que soit la position que l'on donne à l'appareil, lors même que les pointes sont dirigées vers le bas.

« Il est clair que cette expérience permet de maintenir l'arc au sommet et de supprimer toute matière isolante entre les charbons. Quand on opère avec un courant continu de sens constant, le charbon positif est plus brillant, s'use plus vite et diminue de longueur ; il maintient à son extrémité l'arc qui descend avec elle. Le charbon négatif ne brûle qu'à l'intérieur ; il diminue d'épaisseur, mais garde toute sa longueur et peut servir une autre fois. Quand on emploie les machines à courants alternatifs, dont le sens change à la fois dans les charbons et dans le rectangle, l'action garde le même signe ; malgré les inversions l'arc est toujours maintenu, et, les charbons éprouvant une usure égale, leurs pointes restent fixe toujours au même niveau, comme dans la bougie de M. Jablochhoff.

« Reste à savoir comment on peut allumer l'arc à l'origine et le rallumer s'il vient à s'éteindre. Pour cela, je rends les charbons mobiles autour de deux articulations avec un ressort pour les réunir à leur sommet et deux butoirs pour empêcher un trop grand écart. Dans ces conditions, les charbons se repoussent, comme traversés par des courants

contraires, et ils s'écartent spontanément. Ils s'allument aussitôt que le courant commence, se tiennent à distance tant qu'il continue, pour se rejoindre toutes les fois qu'il cesse. En résumé, c'est une bougie entièrement automatique qui n'exige qu'un support très-simple ; l'allumage, le réglage à la distance voulue et le maintien de l'arc aux deux pointes résultent spontanément des forces électromagnétiques, qui se chargent de tout le travail. Il est d'ailleurs évident que ces forces sont proportionnelles au carré de l'intensité du courant et peuvent toujours être rendues suffisantes : c'est une question de construction. M. Fernet avait déjà proposé de placer les charbons sur le prolongement l'un de l'autre et de profiter de leur répulsion pour les séparer. Cette répulsion était faible : dans la solution que je propose, l'action est plus énergique et devient efficace. »

(Extrait des comptes rendus de l'Académie des sciences.)

SYSTEME THERMO-ÉLECTRIQUE

C. CLAMOND

NOUVEAU GÉNÉRATEUR A LUMIÈRE

Aucun bruit n'a été fait autour de ce nouvel appareil qui n'a que quelques jours d'existence, et cependant le public spécial commence à s'en préoccuper ; les bonnes nouvelles s'apprennent vite.

Un de nos délégués techniques a été admis à prendre les mesures les plus complètes, de sorte que dès que nous y serons autorisés, il nous sera facile de satisfaire la légitime curiosité qui s'attache à cette question intéressante.

Certes, les modestes débuts des applications thermo-électriques étaient de nature à accréditer l'opinion que la thermo-électricité n'était pas destinée à étendre son domaine hors des petites intensités et devait se contenter de la propriété exclusive et précieuse qui lui permet d'assurer à la force électro-motrice une perfection de constance absolue.

En tout cas, rien n'autorisait à compter dans cette voie sur une solution aussi complètement pratique et industrielle de la transformation directe de chaleur en électricité.

On sait que M. C. Clamond, qui occupe une place des plus distinguées parmi les électriciens français, avait, il y a quelques années, établi des piles propres à la télégraphie et à la galvanoplastie ; mais, de là à pouvoir aborder avec succès la lumière, et la lumière économique, il y avait, nous ne dirons pas un abîme, mais au moins une très-grande distance.

Le nouveau générateur est la meilleure des preuves qu'un tel objectif n'était pas téméraire.

Sans doute, personne, en Europe, n'était mieux préparé que M. Clamond à franchir cette dernière étape, puisque, si nous comptons bien, il aura consacré plus de dix années d'un travail constant à résoudre un aussi difficile problème.