



HAL
open science

L'éclairage électrique

M. Foussereau

► **To cite this version:**

M. Foussereau. L'éclairage électrique. J. Phys. Theor. Appl., 1882, 1 (1), pp.125-136.
10.1051/jphystap:018820010012501 . jpa-00237893

HAL Id: jpa-00237893

<https://hal.science/jpa-00237893v1>

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE;

PAR M. FOUSSEREAU.

[FIN (').]

V. — DES BOUGIES ÉLECTRIQUES.

Les bougies électriques ont le grand avantage d'éviter l'emploi de tout mécanisme compliqué. Elles sont toutes constituées par deux charbons parallèles séparés par un intervalle isolant et se consumant avec une égale vitesse sous l'influence d'un courant alternatif. C'est cette grande simplicité qui leur a valu leurs applications dans les cas où le bruit particulier à cette sorte de courants ne présente pas d'inconvénients.

Parmi les bougies, les unes, comme la bougie Jablochhoff, présentent entre les deux charbons une substance isolante formant le colombin; dans les autres, comme les bougies Jamin, Wilde, Debrun, il n'y a pas de substance isolante autre que l'air.

Les charbons de la bougie Jablochhoff ont 0^{cm},4 de diamètre et 25^{cm} de longueur; ils sont taillés en pointe à leur extrémité supérieure. Le colombin est ordinairement formé de plâtre mêlé à du sulfate de baryte. Ce plâtre se volatilise, par suite de la haute température développée, et constitue une sorte de flamme qui, d'après l'inventeur, ajoute son éclat à celui de l'arc. Pour obtenir le passage

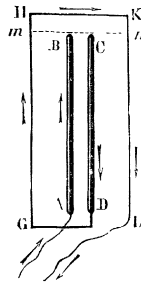
(¹) Voir *Journal de Physique*, 2^e série, t. I, p. 72; 1882.

J. de Phys., 2^e série, t. I. (Mars 1882.)

du courant au moment de l'allumage, on enduit l'extrémité de la bougie d'une légère couche de plombagine mêlée à de la gomme. M. Jablochhoff augmente l'éclat de ses bougies en intercalant dans le circuit des condensateurs à large surface formés de feuilles d'étain.

La suppression du colombin simplifie la fabrication des bougies et permet d'éviter la dépense de chaleur nécessaire pour volatiliser la substance isolante. La lumière devant être, en général, distribuée au-dessous de la lampe, M. Jamin a trouvé avantageux de fixer l'arc à l'extrémité inférieure des charbons. Il y arrive au moyen d'un cadre directeur GHKL (*fig. 5*), dont l'action s'ex-

Fig. 5.

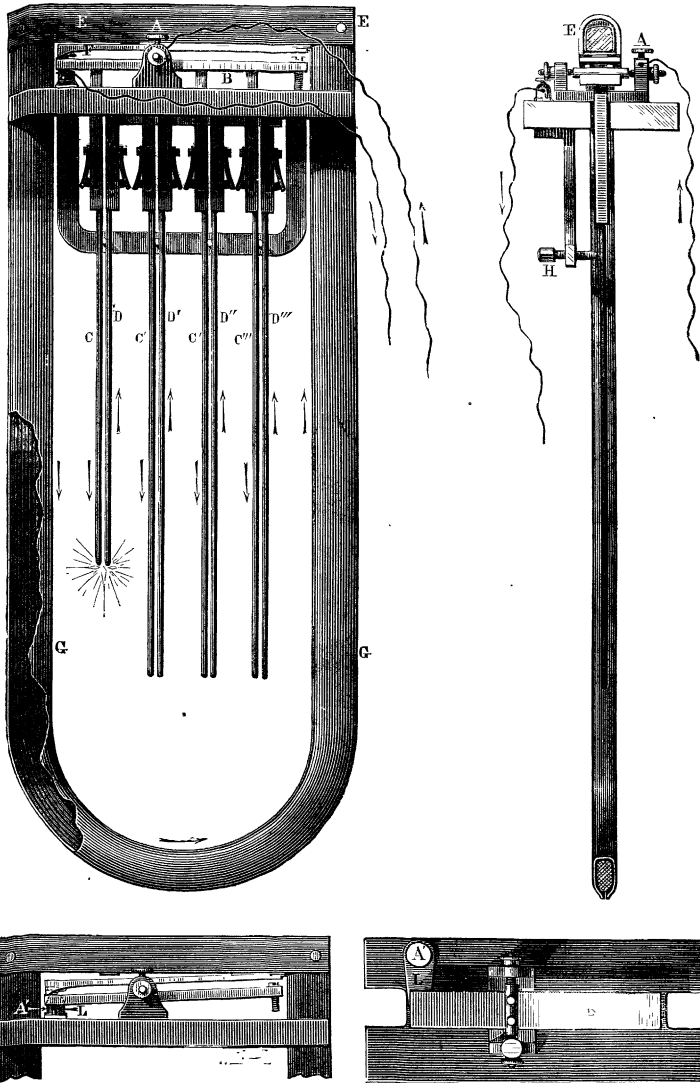


plique immédiatement par l'application des lois d'Ampère. Ce cadre métallique entoure complètement la bougie et est parcouru par le courant qui l'alimente. Son action s'ajoute à la répulsion exercée sur l'arc par les portions du courant qui traversent les charbons ; mais elle est beaucoup plus énergique, comme on peut s'en convaincre en renversant le courant dans le cadre sans le renverser dans la bougie.

M. Jamin emploie un système ingénieux d'allumage et de rallumage automatiques. Quatre bougies CD, C'D', C''D'', C'''D''' (*fig. 6*) sont disposées dans le même cadre GG : l'un des charbons C de chacune d'elles est mobile et s'appuie obliquement à son extrémité inférieure sur l'autre charbon fixe D. Dès que le courant est établi, il anime un électro-aimant E qui attire une palette F. Ce mouvement permet aux charbons mobiles de se redresser parallèlement aux charbons fixes et de former l'arc. L'inter-

valle des charbons n'ayant pas partout la même résistance, une seule

Fig. 6.



des quatre bougies s'allume. Quand elle est presque consumée,

l'arc électrique arrive au niveau de la vis H, une dérivation sans résistance est offerte au courant par l'intermédiaire de cette vis et la bougie s'éteint; mais, le courant cessant de passer dans le cadre, l'armature ramène les charbons mobiles à leur première position et une nouvelle bougie s'allume. Quand les quatre bougies sont consumées, la lampe est éliminée du circuit par un mouvement plus profond de la palette F.

Le système employé par M. Jamin se prête à un haut degré à la division de la lumière électrique. Grâce à une modification convenable, introduite dans la disposition de la machine Gramme pour éviter l'échauffement des fils, et en imprimant à la bobine mobile une vitesse de 1800 tours par minute, M. Jamin parvient à animer simultanément avec une seule machine Gramme de dimension ordinaire 60 brûleurs consommant ensemble 20 chevaux.

On remarquera que la lumière des brûleurs provient d'une part de l'arc électrique, d'autre part de la combustion des charbons dans l'air. La lumière de l'arc est constante pour un courant d'intensité donnée, et elle obéit à la direction du cadre : la flamme due à la combustion est variable avec l'état d'agrégation du charbon, présente des éclats et n'est pas susceptible d'être dirigée. On élimine cette dernière et on donne à la lumière toute la fixité désirable en renfermant les brûleurs dans des lanternes closes où l'air ne peut se renouveler. On évite aussi par là la formation de produits nitreux irrespirables aux dépens de l'oxygène et de l'azote de l'air.

On doit rattacher aux bougies électriques la lampe-soleil de MM. Clerc et Bureau, qu'on essaye en ce moment d'utiliser à l'Opéra pour l'éclairage du plafond de Baudry. Elle se compose de deux crayons de charbon engagés dans deux ouvertures que présente une masse de calcaire dur formé d'un assemblage de petits cubes. Ces charbons, dirigés obliquement l'un vers l'autre, descendent par leur propre poids à mesure qu'ils s'usent par leurs pointes. Entre les pointes existe un intervalle traversé par l'arc voltaïque et occupé par une masse réfractaire de chaux ou de magnésie. Sous l'influence de la haute température de l'arc, cette masse est portée à l'incandescence et fournit une belle lumière parfaitement fixe d'une couleur jaune orangé. Grâce à cette température, la matière réfractaire devient assez conductrice pour permettre l'emploi de

courants d'une intensité médiocre, même avec une longueur d'arc de 4^{cm}. Une traînée conductrice sert au premier établissement du courant. Cette lampe établit la transition entre les systèmes à arc voltaïque et les systèmes à incandescence.

VI. — LAMPES A INCANDESCENCE.

De nombreux essais ont été tentés pour utiliser l'incandescence que prennent des fils métalliques traversés par un fort courant. Ces essais n'ont pas réussi, parce qu'au bout d'un temps relativement assez court le fil métallique change de structure, s'altère et finit par se rompre. Dans toutes les lampes à incandescence actuellement employées le corps chargé de conduire le courant est le charbon.

On peut procéder de deux façons :

1° Dans l'air ;

2° Dans le vide ou dans un gaz inerte.

Si l'on opère dans l'air, le charbon s'use peu à peu par la combustion, et il faut pourvoir à cette usure par le déplacement des charbons. D'autre part, cette combustion n'est compatible qu'avec l'emploi de baguettes de charbon d'un assez grand diamètre auxquelles on ne peut communiquer l'incandescence que par un contact imparfait. Si l'on opère dans le vide ou dans un gaz inerte, il n'y a plus de combustion ; il devient alors possible d'employer des conducteurs de charbon parfaitement continus et d'une finesse extrême.

Lampes dans l'air. — Ces lampes sont constituées par une tige de charbon s'appuyant sur un bloc conducteur de métal ou de charbon. Telles sont les lampes Reynier et Werdermann perfectionnées par M. Napoli. La lampe Reynier a été décrite dans ce Journal par l'inventeur lui-même (1) : nous n'y reviendrons pas ici. La lampe Werdermann est fondée sur le même principe ; mais le charbon y est placé au-dessous du disque conducteur et monte par l'action d'un contre-poids. Ces lampes sont remarquables par la fixité et la continuité de leur éclat.

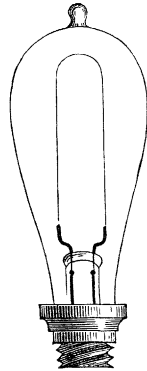
Lampes dans le vide. — Dans ces lampes, un fil très fin de

(1) *Journal de Physique*, 1^{re} série, t. VI, p. 149, et t. VIII, p. 400.

charbon est illuminé dans toute sa longueur par le passage du courant. On obtient ainsi une lumière douce, de couleur orangée, ne blessant pas l'œil. Ces systèmes se prêtent à la division en un grand nombre de petits foyers et paraissent convenir mieux que les autres aux usages domestiques. Cette lumière a aussi l'avantage d'écarter les dangers d'incendie, les lampes étant enfermées dans un espace vide. Aussi les lampes Swan sont-elles déjà employées en Angleterre pour l'éclairage des galeries de mines, sans qu'on ait à redouter l'explosion du grisou.

Dans le système Edison (*fig. 7*), les fils, de la grosseur d'un

Fig. 7.



crin, sont obtenus par la carbonisation progressive des fibres de bambou. On les serre à leurs extrémités dans des pinces en platine, et l'on recouvre les points d'attache d'un dépôt galvanique de cuivre. Cet appareil est installé dans un globe de verre allongé, et les fils de platine en sortent à travers une pièce de verre à laquelle ils sont soudés. On fait le vide dans cette lampe avec une pompe à mercure et, vers la fin de l'opération, on porte le charbon à l'incandescence pour en chasser les gaz absorbés. La lampe peut, dans ces conditions, durer de 1000 à 1200 heures sans que le fil soit renouvelé. En marche normale, chaque lampe Edison est traversée par un courant de $0^{\text{amp}},76$. Les diverses lampes sont placées en dérivation, et la résistance de l'ensemble du circuit extérieur est ainsi très faible.

M. Maxim emploie des filaments provenant de la carbonisation partielle de feuilles de carton chauffées entre des plaques de fonte. Les filaments découpés ont la forme de la lettre M, afin de concentrer plus de lumière. Quand on fait le vide dans ces lampes, on y laisse rentrer un peu de carbure d'hydrogène, et l'on rend le fil incandescent. Le carbure décomposé dépose à la surface et dans les pores du fil des parcelles de charbon qui le rendent plus consistant et plus conducteur.

Les filaments des lampes Swan sont fabriqués avec des fils de coton qu'on plonge d'abord dans de l'acide sulfurique pour leur donner plus de consistance. On les introduit ensuite dans des récipients en terre qu'on chauffe au rouge. Les bouts du filament sont serrés dans des pinces qui terminent les deux fils de platine par où arrive le courant. Les filaments sont enroulés en spirale, de façon à faire un tour au centre de la lampe.

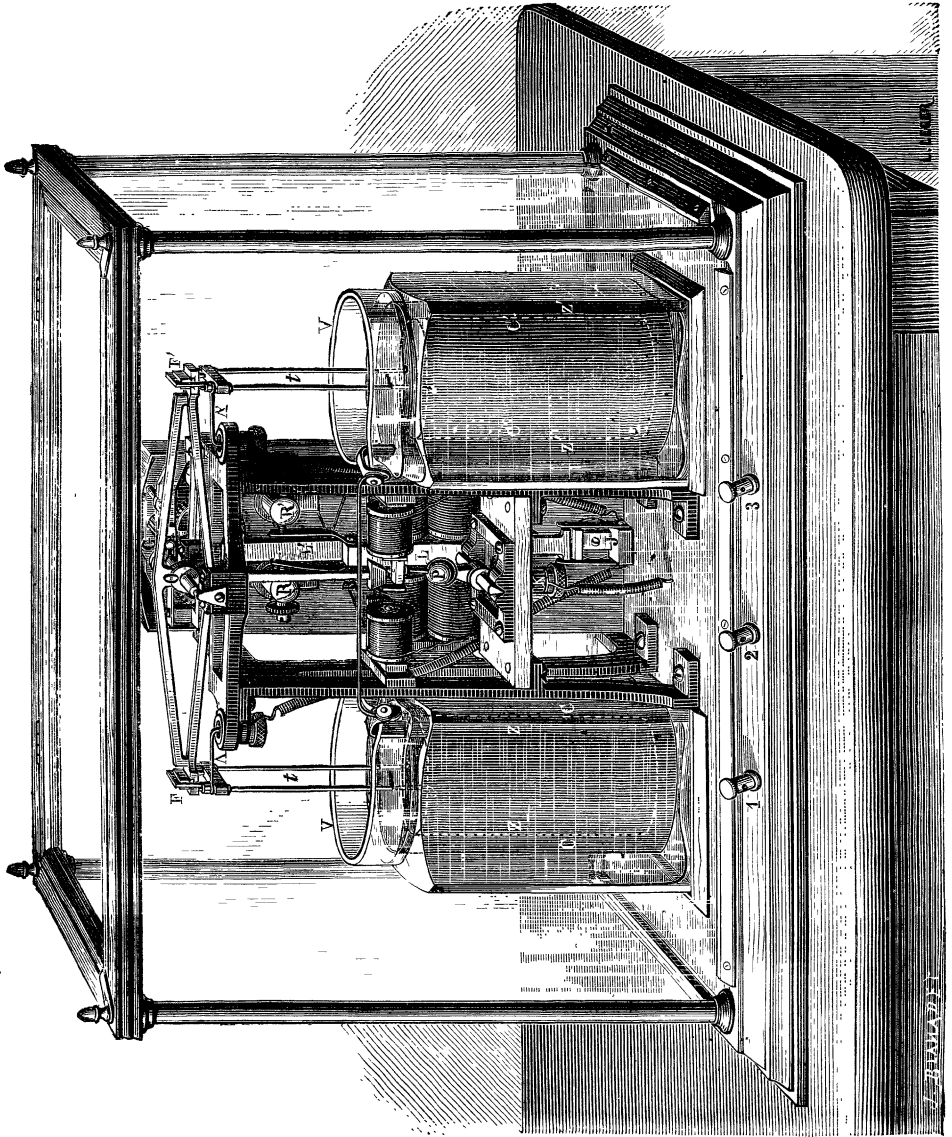
Dans le système Lane Fox, le charbon est constitué par des brins de chiendent carbonisés, ou par des fibres végétales vulcanisées et imprégnées d'oxychlorure de zinc. Les deux extrémités sont implantées dans des morceaux de plombagine où pénètrent, d'autre part, les fils de platine qui amènent le courant.

Les lampes Edison et Maxim sont accompagnées de tout un ensemble d'appareils destinés à les régler et à les alimenter. M. Edison emploie pour conduire le courant deux grosses tiges de cuivre demi-cylindriques, soigneusement isolées, qu'on peut enterrer au milieu des rues. C'est à ces tiges qu'on rattache, par un ingénieux système de raccords, les conducteurs secondaires qui doivent desservir chaque groupe de lampes. L'un de ces raccords a toujours lieu par l'intermédiaire d'un fil de plomb (*cutt-off*) qui entre en fusion quand le courant devient trop fort accidentellement et préserve ainsi les lampes de toute atteinte.

Les lampes peuvent être installées sur des supports articulés. Le courant passe d'une branche de support à la suivante par les platines des charnières sur lesquelles appuient des ressorts. Des clés disposées sur ces bras permettent d'éteindre chaque lampe séparément par l'interruption du circuit.

L'observation d'une lampe placée dans le voisinage de la machine permet de contrôler l'intensité du courant. On peut la modifier à volonté en changeant la résistance du circuit inducteur

Fig. 8 (1).



(1) Cette figure, ainsi que les fig. 2, 3, 4 et 7, est emprunté: au journal *La lumière électrique*; la fig. 1 au journal *l'Électricien*; les fig. 5 et 6 aux *Notes au petit Traité de Physique* de M. Jamin, par M. E. Bouty.

au moyen d'un commutateur circulaire dont chaque pièce est reliée à des bobines de résistances différentes. M. Edison construit aussi des chandeliers contenant un petit régulateur constitué par des charbons d'inégale grosseur : l'intensité obtenue varie avec le charbon traversé.

Des compteurs permettent d'apprécier la dépense d'électricité par le poids du dépôt de cuivre obtenu sur une lame de même métal dans un voltamètre à sulfate de cuivre traversé par une fraction déterminée du courant. On peut rendre ce compteur automatique en suspendant les lames de noms contraires de deux voltamètres de ce genre aux deux extrémités d'un fléau de balance (*fig. 8*). Il se produit un dépôt d'un côté, une attaque de l'autre. Les variations de poids des lames font trébucher le fléau, et, en même temps, un commutateur renverse le courant dans les voltamètres, de sorte qu'une nouvelle oscillation du fléau se produit bientôt en sens contraire. Il ne reste plus qu'à enregistrer ces oscillations par un appareil convenablement disposé.

VII. — INTENSITÉ DE LA LUMIÈRE. — SA DISTRIBUTION DANS L'ESPACE.

Nous avons évité, dans l'étude des différents systèmes d'éclairage électrique, de mentionner des chiffres relatifs à l'intensité de la lumière obtenue. C'est qu'en effet bien des circonstances peuvent faire varier l'intensité fournie par une lampe. Le travail consommé dans un foyer est en partie employé à produire de la chaleur obscure, en partie à donner de la lumière. Le rapport dans lequel ce partage s'effectue varie avec la température de la source lumineuse; la part de la lumière croît très rapidement quand la température s'élève. En conséquence, tout changement dans la puissance ou dans la vitesse de la machine motrice, dans la longueur que l'on donne à l'arc électrique ou au conducteur incandescent, dans le nombre des foyers illuminés par la même source, entraîne dans la quantité de lumière des variations qui ne sont pas proportionnelles à celles du travail dépensé. Il n'est donc pas possible de considérer comme comparables les résultats fournis par les divers systèmes dans des conditions qui ne sont pas identiques. Il faudra, pour établir la comparaison, une étude complète de ces conditions de

fonctionnement, et les difficultés d'un pareil travail sont considérablement accrues par ce fait que les divers foyers électriques n'ont pas la même couleur, de sorte que leur appréciation photométrique en candles ou en carcels est très incertaine et varie avec les observateurs.

Il résulte des expériences de M. Fontaine que, quand on a fait varier de 700 à 1000 le nombre des tours d'une certaine machine génératrice dans une minute, le nombre de becs Carcel obtenus par cheval-vapeur a varié de 130 à 285. La longueur de l'arc variant de 0^{mm} à 5^{mm}, le nombre des becs par cheval-vapeur a varié de 63 à 301. Généralement, les systèmes à incandescence exigent une dépense beaucoup plus grande que les systèmes à arc voltaïque pour la même quantité de lumière; les bougies sont intermédiaires. Tandis que l'arc voltaïque, d'une longueur de 3^{mm}, donne 231 carcels par cheval-vapeur, la bougie Jablochhoff en donne 49,2 et la lampe Swan seulement 16,66.

De nombreuses expériences ont été exécutées pour établir la comparaison entre les bougies Jablochhoff, les lampes-pendulum, les régulateurs Siemens et les phares Sautter et Lemonnier, dans le but d'adopter un système d'éclairage pour les quais de Rouen. Il a été reconnu qu'en prenant pour minimum l'éclairage donné par une lampe Carcel à 3^m,50 de distance, le rayon d'action de la bougie Jablochhoff est de 25^m, celui du phare Siemens, 65^m; celui du phare Sautter, 62^m,50. Dans ces conditions, la bougie Jablochhoff fournit 344 carcels par hectare, avec une dépense de 6^{ch},34; le phare Siemens donne 281,9 carcels, avec 2^{ch},65, et le phare Sautter et Lemonnier, 302 carcels avec 2^{ch},16.

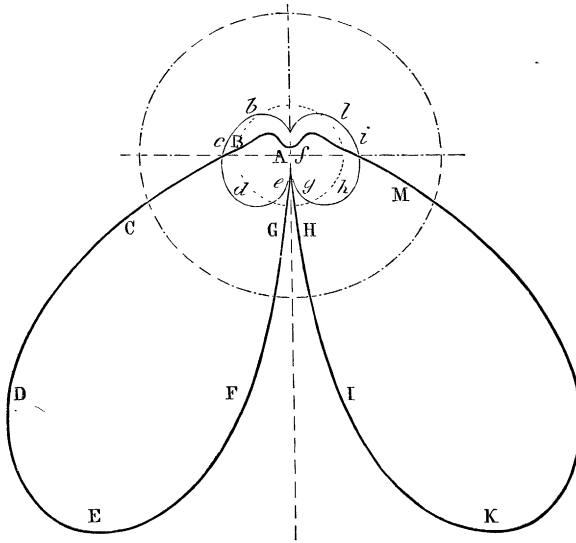
Il faut toujours faire en sorte d'envoyer le plus de lumière possible dans la direction qu'on se propose d'éclairer, ordinairement vers le sol. Dans la plupart des lampes, on s'efforce de disposer les organes du régulateur au-dessus du foyer pour éviter les ombres. On a reconnu que les quantités de lumière envoyées par l'arc voltaïque dans les diverses directions de l'espace sont très inégales, ce qu'il faut attribuer à l'inégale température des deux charbons. D'après les expériences de M. Rossetti (1), la température du char-

(1) *Journal de Physique*, 1^{re} série, t. VIII, p. 257, et t. X, p. 456.

bon positif dépasse beaucoup celle du charbon négatif. Elles dépendent l'une et l'autre de l'intensité du courant. Celle de la pointe négative variait de 2100° à 2600° , tandis que celle de la pointe positive était comprise, dans les mêmes conditions, entre 2500° et 3900° .

M. Fontaine a étudié, au point de vue de la répartition dans l'espace, la lumière fournie par des courants continus et par des courants alternatifs. Il exécutait une série de mesures photométriques dans des directions faisant avec la verticale des charbons des angles qui croissaient de 0° à 180° . La courbe ABCDHKM (fig. 9) représente le résultat obtenu avec les courants continus, le

Fig. 9.



charbon positif qui est le plus lumineux étant placé en haut. L'intensité atteint son maximum entre 30° et 45° de la verticale inférieure. Elle est alors dix fois plus grande qu'à 135° de cette direction. Pour les courants alternatifs, on a *abcdefghijkl* avec le même travail mécanique. L'intensité est la même dans le plan horizontal, mais l'intensité moyenne est beaucoup plus faible.

On voit que les courants continus comportent une perte très

faible de lumière vers le haut. On peut encore atténuer cette perte par l'emploi de réflecteurs, ou mieux de surfaces blanches capables de diffuser la lumière en la renvoyant vers le bas sans fatiguer l'œil. L'éclairage de la salle 15 à l'Exposition par trois régulateurs Jaspar s'est fait remarquer particulièrement par la bonne diffusion de la lumière. En combinant des miroirs avec des surfaces blanches diffusantes, M. Jaspar a réussi à éclairer les salles du Bureau central des Télégraphes belges, à Bruxelles, d'une façon très satisfaisante, tout en maintenant cachés les foyers qui fatigueraient la vue et en évitant dans l'espace les ombres portées et les grandes variations d'éclat. Cette répartition de la lumière dans l'espace peut acquérir autant d'importance que la production des foyers puissants, une partie plus ou moins grande de la lumière ne produisant pas d'effet utile.
