Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 26 (1900)
Heft: 6

Artikel: Projecteurs photoélectriques pour armées de terre
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-21459

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 21.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

26e Année 20 Septembre 1900 N° 6

Bulletin Technique de la Suisse Romande

Organe en langue française de la Société suisse des Ingénieurs et Architectes. — Paraissant deux fois par mois

Rédacteur en chef et Editeur responsable : E. IMER-SCHNEIDER, Ingénieur-Conseil. GENÈVE, Boulevard James-Fazy, 8

SOMMAIRE : Projecteurs photoélectriques. — Assainissement de la Seine — Ingénieur et citoyen *(suite et fin)*. — Tunnel du Simplon (Rapport mensuel). — Bibliographie (Usine de Chèvres). — Concours. — Chronique.

Projecteurs photoélectriques

pour armées de terre.

(Planches nos 8 et 9)

L'EMPLOI des projecteurs de lumière en usage dans la marine de guerre s'est développé dans la marine du commerce pour le service des grands paquebots et des yachts possédant à bord un source d'électricité suffisante. Il s'est en outre généralisé ces dernières années pour la défense des côtes et tend à se répandre dans les armées de terre pour l'armement des places fortes et les opérations en campagne.

Notre planche n° 8 représente une voiture à lumière du type le plus récent, avec projecteur du calibre de 0^m 75, monté sur un affût de pièce ; cette voiture est exposée actuellement à la classe 23 de l'Exposition universelle, par MM. Sautter, Harlé et Cie, constructeurs de phares à Paris. L'arrière-train porte le projecteur, monté à la Cardan et commandé à distance. Le poids de l'appareil et du chariot a été réduit autant que possible en vue de faciliter la manœuvre en terrain accidenté. L'avant-train porte le câble, les accessoires et le siège du conducteur ainsi que le manipulateur de commande. Il suffit de détacher l'avant-train et de le pousser au point choisi, puis enfoncer en terre le bec de la crosse, pour le mettre en batterie. On fait ensuite la jonction avec le câble, que l'on réunit à la source d'électricité.

La locomobile représentée par la planche suivante (n° 9) constitue une station génératrice d'électricité, transportable ; elle comporte une chaudière multitubulaire et un moteur vertical compound, commandant directement une dynamo compound. La puissance est de douze chevaux (80 volts et 100 ampères) suffisante pour un projecteur de 0^m 75 ou 0^m 90.

Les moteurs à vapeur des locomobiles militaires ont fait place tout récemment aux moteurs à pétrole lourd, qui ont l'avantage d'employer un combustible commode, puissant sous un petit volume et de supprimer la chaudière et l'approvisionnement d'eau ; le fonctionnement ne réclame pas de soins continus, la chauffe n'existant plus et ne donne plus lieu à la fumée, toujours aisée à découvrir à distance. L'équilibrage rigoureux du moteur à pétrole est indispensable pour obtenir un fonctionnement satisfaisant sur une voiture militaire ; — on l'obtient par une disposition en tandem de deux cylindres, opposés tête contre tête ; — avec un moteur horizontal non équilibré il est impossible de caler la voiture en terrain plat et les trépidations sont dangereuses pour la conservation des organes ; avec un moteur vertical les inconvénients seraient encore plus accentués.

La théorie des projecteurs électriques a été exposée pour la première fois dans un mémoire de M. l'ingénieur des Ponts et Chaussées A. Blondel, paru en 1894 ; la formule générale de la puissance lumineuse que l'on y trouve, a été appliquée par M. l'inspecteur général Bourdelles, directeur du service des phares de France, à ses célèbres feux-éclairs. Les personnes que le sujet intéresse trouveront, en outre, dans un ouvrage de M. Jean Rey, ingénieur civil des mines, consacré à l'éclairage des côtes (Paris 1896), une description des appareils de phares et le calcul de leur puissance lumineuse d'après cette formule.

Une analyse des principes et des procédés qui ont permis de créer ces puissants foyers de lumière nous entraînerait trop loin ; nous nous bornerons à quelques considérations sur les propriétés optiques des projecteurs, résumées dans la note suivante, qu'une plume autorisée a eu l'obligeance de nous fournir. A. v. M.

Note de M. J. Rey

Les projecteurs de lumière électrique, d'une manière générale les appareils de projection de lumière, ont pour objet de recueillir le flux émis par une source lumineuse dans toutes les directions de l'espace et de le concentrer dans un angle solide de faible ouverture, en vue d'obtenir l'éclairement maximum des objets qui reçoivent le faisceau.

Les dispositifs optiques qui permettent d obtenir ce résultat, peuvent être classés en cinq catégories :

1° Les lentilles dioptriques à échelons ;
2° Les anneaux catadioptriques de Fresnel ;
3° Les miroirs sphériques concaves ;
4° Les miroirs paraboliques concaves constitués par un paraboloïde de révolution ;
5 Les miroirs réfringents ou lentilles-réflecteurs du colonel Mangin.

Tous ces dispositifs optiques, lorsqu'ils sont convenablement calculés et construits, doivent recueillir les rayons partant d'un point déterminé de l'espace, que l'on nomme le foyer principal et les concentrer en un faisceau cylindrique, parallèle à l'axe optique passant par le même foyer.

Toutefois, ce mode de calcul des surfaces optiques de projection suppose que le foyer lumineux se trouve réduit à un point mathématique placé au foyer principal. Dans la

réalité il n'en est pas ainsi. La source lumineuse a toujours des dimensions finies et le faisceau que fournit l'appareil optique n'est pas un cylindre, mais un cône, d'ouverture angulaire bien déterminée.

C'est sur un faisceau conique qu'il faut raisonner et non sur un cylindre mathématique, lequel n'a jamais d'existence réelle.

Les dispositifs optiques les plus anciennement employés pour la projection de la lumière ont été les miroirs métalliques concaves déjà connus dans l'antiquité. La courbure de ces miroirs était sphérique. C'est ainsi que ces appareils ont été employés dans les anciens phares. Le calcul montre que l'emploi d'un miroir sphérique concave réalise mal la condition fondamentale de l'appareil de projection que nous avons énoncée plus haut. Pour concentrer le flux lumineux de la source dans un angle solide de faible ouverture, il faut donner au miroir sphérique une longueur focale égale à plusieurs fois son diamètre; le flux lumineux émis par la source est donc mal utilisé.

Au siècle dernier, l'ingénieur français Teulère, proposa l'emploi pour les phares de miroirs paraboliques concaves.

Il obtint ainsi des résultats plus satisfaisants, bien que la fabrication de ces miroirs métalliques ne permit pas de leur donner une courbure rigoureuse. Un progrès considérable fut accompli au commencement du siècle par le physicien Fresnel, qui eut l'idée de combiner pour l'éclairage des phares les lentilles dioptriques à échelons et les anneaux catadioptriques de son invention. L'emploi du verre permit d'obtenir des courbes beaucoup plus exactes que celles des miroirs métalliques et, par suite, de diminuer l'angle d'ouverture du faisceau produit avec une source lumineuse donnée. L'admirable invention de Fresnel, perfectionnée depuis surtout en France, est appliquée maintenant pour l'éclairage des côtes de toutes les nations maritimes.

Le premier projecteur de lumière électrique, inventé par Louis Sautter en 1867, était constitué par une lentille de phare, au foyer de laquelle se trouvait placé un arc voltaïque. Plusieurs centaines d'appareils de ce système furent construits jusqu'en 1877, date de l'apparition du premier projecteur Mangin.

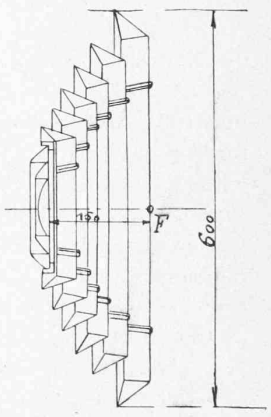
L'inconvénient des lentilles de phares pour la projection de la lumière est d'exiger une optique formée de nombreux éléments dont la construction, la vérification et le montage sont moins précis que s'il s'agissait d'une seule pièce de verre. Les constructeurs français cherchèrent donc à remplacer la lentille de phare par un réflecteur en verre d'un seul morceau dont la construction et le montage put être contrôlé avec toute l'exactitude désirable. La solution apportée par le colonel du génie français Mangin permit d'atteindre pleinement ce résultat.

Son célèbre réflecteur est formé d'un ménisque divergent, concave-convexe, argenté sur sa face convexe, qui joue le double rôle d'une lentille divergente et d'un réflecteur concave. Ce système réflecteur, perfectionné sans cesse depuis son invention, a permis de construire de nombreux types de projecteurs électriques donnant l'éclairement maximum que l'on puisse obtenir avec une source lumineuse donnée. Un autre système de réflecteur, imaginé en Allemagne par S. Schukert en 1885, est basé sur l'emploi d'un réflecteur parabolique en verre argenté.

Sans entrer dans le détail de la comparaison de ces deux systèmes optiques, nous pouvons ajouter toutefois que la théorie et l'expérience montrent que le miroir réfringent Mangin donne lieu à une meilleure répartition lumineuse dans le faisceau que le miroir parabolique, avantage qui se traduit dans la pratique par une meilleure visibilité des objets éclairés. La démonstration de cette propriété a été donnée pour la 1re fois dans le mémoire de M. A. Blondel, cité plus haut et nous y renvoyons nos lecteurs.

Quel que soit le système optique employé dans un appareil projecteur, le premier problème à résoudre, au point de vue théorique, pour la bonne utilisation de l'appareil est celui de la détermination de la puissance lumineuse qu'il est susceptible de fournir. Une loi générale, découverte par M. A. Blondel et qu'il a démontrée soit par la géométrie soit par des considérations purements physiques, permet d'effectuer ce calcul aussi bien pour les miroirs Mangin ou paraboliques que pour des appareils à lentilles. On peut l'énoncer d'une manière simple en disant que :

L'éclat apparent d'une optique, éclairée par une source lumineuse donnée, n'est que la reproduction de l'éclat intrinsèque de la source, dont les dimensions se seraient amplifiées pour devenir égales à celles de l'optique elle-même.



Profil d'optique lenticulaire.

Nous entendons par *éclat intrinsèque* de la source, l'intensité lumineuse produite par l'unité de surface apparente de la partie brillante.

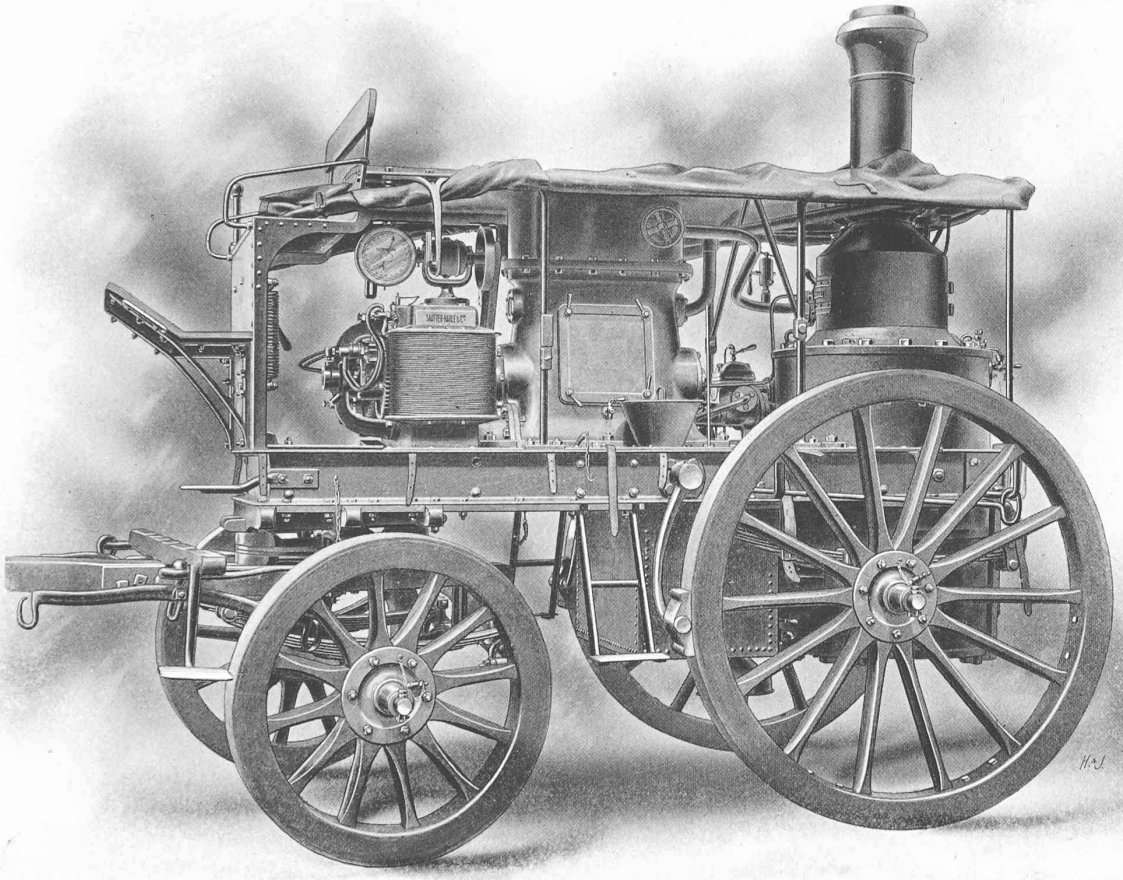
Cette façon d'énoncer la loi de Blondel, quoique moins rigoureuse, fait bien comprendre le rôle joué par l'optique dans un appareil projecteur. Chaque élément de l'optique que l'on voit éclairé, reproduit pour son compte l'éclat propre de la source. C'est ainsi qu'un miroir réflecteur de projecteur paraît éclairé sur toute sa surface avec l'éclat de l'arc voltaïque qui constitue la source lumineuse. La déperdition de lumière qui peut se produire, — si l'optique est bien construite — est due aux pertes par réflexion et par transmission que les rayons lumineux subissent en traversant l'appareil.

Pour calculer la puissance lumineuse P d'un réflecteur il suffit donc de connaître :

1. La section droite S du faisceau lumineux à la sortie de l'appareil ;

2. L'éclat intrinsèque i de la source lumineuse employée ;

3. Le rendement lumineux λ de l'optique, c'est-à-dire le cœfficient de transmission qu'elle possède.



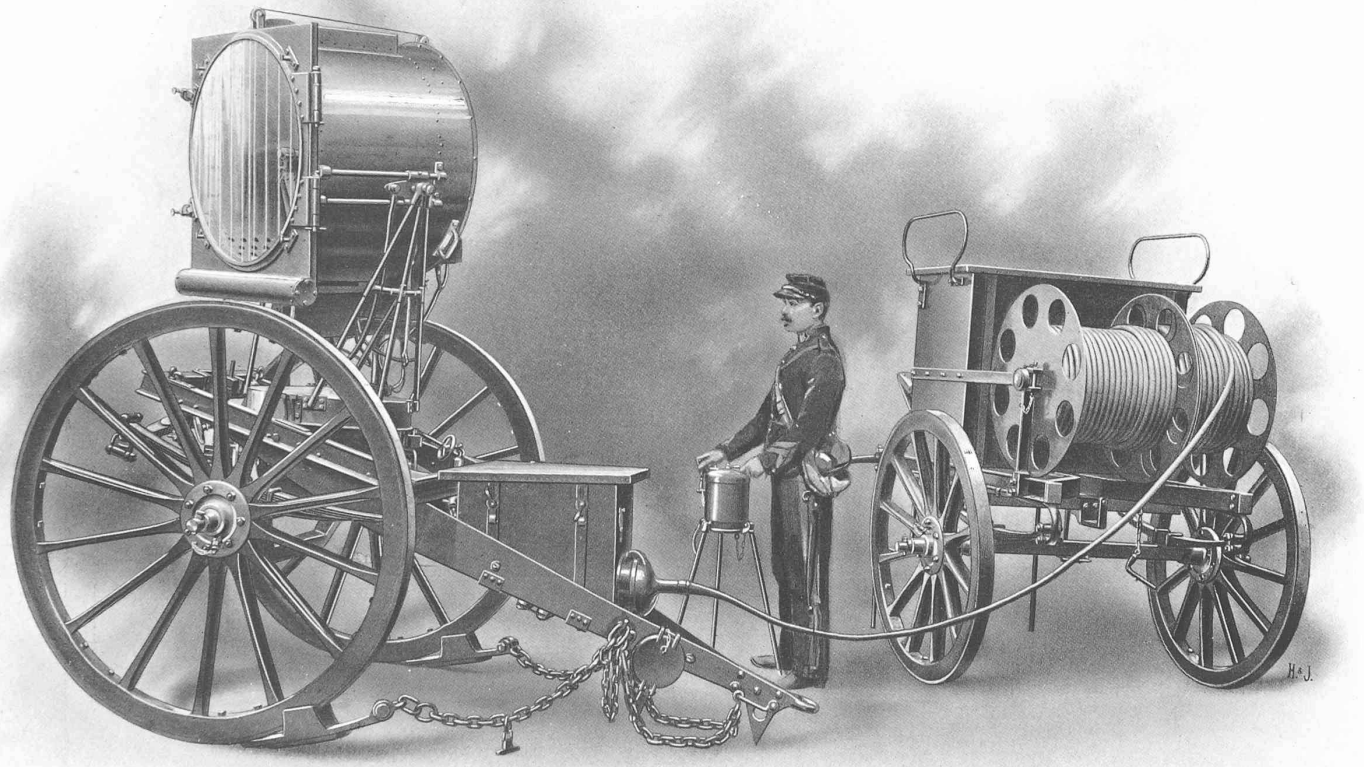
Imprimerie Suisse, Genève

LOCOMOBILE A LUMIÈRE POUR USAGES MILITAIRES

(SAUTTER, HARLÉ & CIE)

Seite / page

leer / vide / blank



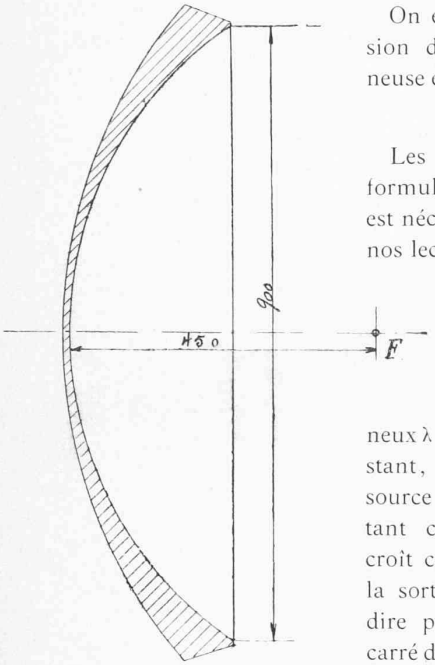
Imprimerie Suisse, Genève

PROJECTEUR POUR L'ARMÉE DE TERRE

(SAUTTER, HARLÉ & CIE)

Seite / page

leer / vide / blank



Profil de miroir Mangin.

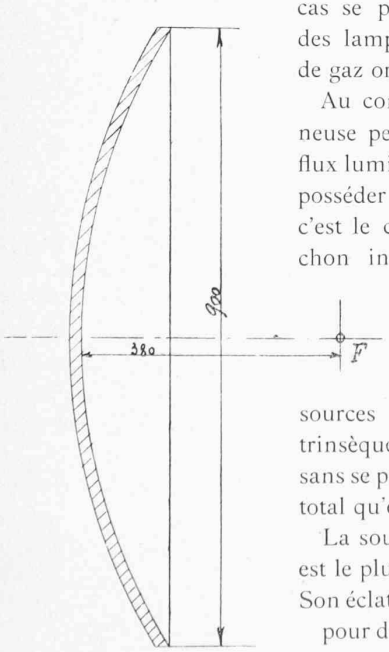
On en déduit que l'expression de la puissance lumineuse est donnée par l'égalité :

$$P = \lambda\ S\ i$$

Les conséquences de cette formule sont importantes ; il est nécessaire de les signaler à nos lecteurs.

Tout d'abord, il est facile à voir que pour un même système optique, dont le rendement lumineux λ reste sensiblement constant, éclairé par la même source lumineuse, l'éclat i restant constant, la puissance croît comme la section S de la sortie du faisceau, c'est-à-dire proportionnellement au carré du diamètre de l'optique.

En second lieu, pour une même optique, dont le rendement et les dimensions sont invariables, la puissance lumineuse qu'elle peut fournir varie proportionnellement à l'éclat intrinsèque i de la source lumineuse. Cette conclusion est tout à fait différente de la théorie admise jusqu'aux travaux de M. Blondel. Une source lumineuse peut donner naissance à un flux lumineux considérable et toutefois ne posséder qu'un éclat intrinsèque faible ; il suffit que le volume de la flamme soit de dimensions suffisantes ; ce cas se présente pour les flammes des lampes à mèches ou des becs de gaz ordinaires.



Profil de miroir parabolique.

Au contraire : une source lumineuse peut donner naissance à un flux lumineux relativement faible et posséder un éclat intrinsèque élevé, c'est le cas des lampes avec manchon incandescent, des flammes d'acétylène et surtout de l'arc voltaïque. On aura donc intérêt à employer dans les projecteurs des sources lumineuses d'un éclat intrinsèque aussi élevé que possible, sans se préoccuper du flux lumineux total qu'elles peuvent fournir.

La source lumineuse dont l'éclat est le plus élevé est la lumière à arc. Son éclat atteint 180 *pyrs* par m/m², pour des arcs de 50 à 100 ampères ; pour des arcs de plus fortes intensités, l'état intrinsèque atteint et dépasse même 200 *pyrs* par m/m².

Le *pyr* ou unité internationale d'intensité, correspond sensiblement à la bougie décimale où à l'étalon Hefner.

Pour les signaux optiques on peut employer la flamme d'acétylène ou les manchons Auer alimentés par du gaz riche ; mais, lorsqu'il s'agit de projecteurs militaires, c'est à l'arc voltaïque seul que l'on a recours.

A l'aide de ces données, il devient possible de calculer la puissance lumineuse d'un projecteur.

Supposons qu'il s'agisse d'un appareil dont le faisceau lumineux a un diamètre de 0^m 60 à la sortie, soit une section droite $S = 282{,}000$ m/m². Cet appareil, éclairé par un arc de 75 ampères, dont l'éclat lumineux est de 180 *pyrs* par m/m², possède un rendement total de 75 % environ.

Les pertes de lumière dans le passage à travers l'appareil représentent environ 15 % pour le réflecteur seul et 10 % pour les occultations diverses et l'influence des glaces de fermeture.

Le produit des trois chiffres précédents donne :

$$P = 0{,}75 \times 282{,}000 \times 180$$
$$= 33 \text{ millions de pyrs.}$$

Pour se rendre compte de l'importance du chiffre précédent il suffira de constater qu'à une distance de 1000 mètres du projecteur, le champ intercepté par le cône lumineux étant de 1000 × 1000, soit un million de fois plus grand que celui que nous venons de calculer, l'éclairement sera un million de fois plus faible ; il correspondra donc à 33 *lux*, c'est-àdire à l'éclairement que produiraient 33 bougies, placées à un mètre de l'objet.

A la distance de 4 kilomètres, l'éclairement d'un objet placé dans un faisceau serait encore de 2,6 H *lux* : ce serait celui que donnerait une source ayant une intensité de 2, 6 bougies décimales, placées à un mètre de l'objet.

Dans le calcul qui précède on n'a pas tenu compte de l'absorption atmosphérique, laquelle peut diminuer dans une proportion considérable l'éclairement des objets, car elle agit non seulement sur les rayons lumineux qui sont dirigés du projecteur vers l'objet éclairé mais également sur les rayons réfléchis par l'objet dans leur parcours jusqu'à l'œil de l'observateur.

Même en tenant compte de l'absorption atmosphérique, il est très difficile, connaissant la puissance lumineuse d'un projecteur, de calculer à priori sa portée.

La visibilité des objets éclairés par un faisceau lumineux d'une puissance connue, dépend de leur couleur, de la couleur du fond sur lequel ils se détachent ; elle dépend aussi de leurs dimensions, c'est-à-dire de l'angle de vision qu'ils embrassent.

L'œil peut distinguer des objets d'autant plus petits qu'ils sont mieux éclairés ; toutefois, au-dessous d'une certaine dimension, l'éclairement nécessaire pour obtenir la visibilité croit d'une manière très rapide.

Ce fait est bien connu des marins. Dans la recherche des torpilleurs pendant la nuit au moyen des projecteurs électriques, on observe souvent que l'un de ces petits bâtiments, placé dans le faisceau lumineux et que l'on ne peut distinguer à cause de la distance, apparaît brusquement lorsqu'il se rapproche. On dirait que le torpilleur semble sortir de l'ombre comme une apparition fantastique. Il en est de même lorsqu'il s'éloigne, éclairé par le faisceau ; il

suffit d'un instant très court pour qu'il devienne invisible comme s'il s'était évanoui brusquement.

La complexité des phénomènes qui déterminent la visibilité des objets éclairés par un projecteur ne permet donc pas d'indiquer une portée pour chaque calibre d'appareil. Le même projecteur qui permet d'apercevoir des mouvements de troupes ou certains détails du terrain à une distance de 5 kilomètres par exemple, dans de bonnes conditions atmosphériques, ne donnera plus qu'une portée de 2 à 3 kilomètres si ses conditions viennent à changer ou si la position de l'observateur ou la couleur des objets viennent à se modifier.

C'est ainsi que les appareils de grand diamètre placés sur les côtes de pays du nord (Russie, Allemagne, Angleterre, France, côtes de la Manche) pour la défense de points fortifiés, ne donnent pas une portée supérieure à celles que l'on obtient avec des appareils plus petits, sur les côtes de la Méditérannée ou dans les pays tropicaux.

Les pays de montagne, comme la Suisse, se trouvent dans des conditions favorables à l'emploi des projecteurs ; dans les hautes altitudes l'atmosphère ne renferme pas de poussières et la proportion de vapeur d'eau reste faible pendant la plus grande partie de l'année, enfin la diffusion des rayons lumineux sur la neige rend les observations beaucoup plus faciles. Ces conditions favorables se rencontrent précisément dans les régions fortifiées du territoire fédéral ; la surveillance nocturne à l'aide de la lumière électrique y est donc tout indiquée. Les surprises de nuit, d'autant plus à craindre que les attaques de vive force pendant le jour sont plus difficiles, pourraient être ainsi évitées et la défense sérieusement renforcée.

Paris, août 1900.

Assainissement de la Seine

L'une des excursions figurant au programme de l'Assemblée générale de l'Association des anciens élèves du Polytechnikum (G. e. P.) et à laquelle prirent part une vingtaine de ses membres, fut la visite à l'Usine de Colombes qui fait partie de la grande entreprise de la Ville de Paris destinée tout à la fois à l'assainissement de la Seine et à l'utilisation des eaux d'égout de la grande Ville. Cette question intéressant tout à la fois les ingénieurs, les constructeurs et les municipalités, nous pensons bien faire de reproduire dans le *Bulletin* un résumé des informations qui furent données aux participants à la dite excursion par M. Launay, ingénieur en chef, sous l'aimable direction duquel elle eut lieu.

Historique

Depuis l'exécution des collecteurs de Paris déversant leurs eaux en Seine à l'aval de la capitale et le développement du réseau secondaire des égouts et, notamment, depuis l'application du « *Tout à l'égout* », le fleuve s'est trouvé gravement altéré à partir de Clichy jusqu'aux environs de Mantes.

Des études et des expériences entreprises dès 1864 ont été poursuivies depuis lors par la Ville de Paris, sans interruption, et ont abouti à la grande démonstration de Gennevilliers.

S'appuyant sur les travaux de MM. de Freycinet, Schlœsing, Marié-Davy, Frankland, Mille, les Ingénieurs de la Ville ont conclu à l'épuration des eaux d'égout par l'action d'un sol perméable et de la végétation, c'est-à-dire par leur passage intermittent à travers un sol perméable recouvert de cultures, les eaux de drainage épurées retournant à la Seine limpides et fraîches, débarrassées des microbes et des matières organiques.

Après les cultures d'essai à Clichy (1866-1868), les eaux d'égout ont été envoyées sur la rive gauche de la Seine, dans la plaine de Gennevilliers. L'expérience commençait en 1869 sur 6 hectares achetés par la Ville de Paris. Arrêtée en 1870, elle fut reprise en 1872 et, depuis lors, les cultivateurs de la plaine de Gennevilliers sont venus peu à peu demander des eaux d'égout pour irriguer leurs terrains.

La surface irriguée a subi un développement progressif ; partie de 51 hectares en 1872, elle atteint aujourd'hui le chiffre de 900 hectares. La consommation annuelle d'eau d'égout qui, au début, était de quelques milliers de mètres cubes, s'est élevée, en 1898, à 38,148,300 mètres cubes.

Après Gennevilliers, ce fut Achères.

En 1875, l'avant-projet fut dressé par Durand-Claye en vue des irrigations à l'eau d'égout sur 800 hectares de terrains domaniaux situés dans la presqu'île de Saint-Germain, et ce n'est qu'en 1889 que la loi a déclaré d'utilité publique le projet de la Ville de Paris, sanctionnant ainsi d'une manière définitive le mode d'épuration et d'utilisation des eaux d'égout par l'épandage agricole.

Le 7 juillet 1895, l'aqueduc et les irrigations d'Achères étaient solennellement inaugurés.

Description de l'émissaire général et des branches secondaires

Le tracé de l'émissaire général, qui alimente tous les champs d'irrigation de la Ville de Paris, part de l'usine de Clichy où aboutissent les collecteurs parisiens : collecteur de rive droite ou d'Asnières, collecteur de rive gauche dit collecteur Marceau, et le nouveau collecteur de Clichy ; les eaux du collecteur haut, dit collecteur du Nord, sont dérivées par deux galeries traversant Saint-Ouen, qui les conduisent, par la gravité seule, dans la plaine de Gennevilliers.

Dans l'usine de Clichy, sont installées des pompes à vapeur qui refoulent une partie des eaux d'égout vers les terrains de Gennevilliers par des conduites spéciales passant sous les trottoirs du pont de Clichy, et l'autre partie, la plus importante, vers l'usine de Colombes en franchissant la Seine au moyen d'un siphon et traversant la boucle de Gennevilliers en conduite libre.

Les pompes de Colombes relèvent une seconde fois