Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 28 (1902)
Heft: 23

Artikel: L'éclairage au travers des vitres: mesures photométriques
Autor: Dufour, Henri
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-22892

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: 10.12.2025

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

28me Année. 5 décembre 1902. N° 23.

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. M. P. HOFFET, professeur à l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne.

SOMMAIRE : *L'éclairage au travers des vitres. Mesures photométriques,* par M. Henri Dufour, professeur de physique à l'Université, Lausanne. — *Les fers à ancrages « Schürmann »,* par M. B. Recordon, professeur, Zurich. — *Théorie générale de l'arc élastique continu sur appuis rigides* (suite), par M. Henry Lossier, ingénieur, Lausanne. — **Divers :** Règlements de la police des constructions pour l'exécution de travaux en béton armé (Système Hennebique, etc.). — Section vaudoise de la Société suisse des Ingénieurs et des Architectes, Commission du béton armé. Rapport. — Société fribourgeoise des Ingénieurs et des Architectes. Séance du 13 novembre 1902.

L'éclairage au travers des vitres.

Mesures photométriques.

Les vitres ont ordinairement pour objet de laisser passer le plus possible de la lumière extérieure et d'en modifier le moins possible la composition. On emploie pour cela du verre blanc et très transparent ; les verres verts et jaunâtres disparaissent peu à peu de la vitrerie courante. Mais, depuis quelques années, la question de l'éclairage par le moyen de vitrages s'est compliquée, surtout dans les villes, par les exigences et les difficultés de la construction moderne. Il faut dans certains cas éclairer un local sans permettre la visibilité de et à l'extérieur on utilisait autrefois dans ce but le verre dépoli ou parfois, dans un but d'ornementation, les verres translucides dits verres cathédrales. Aujourd'hui la verrerie fournit à l'architecte et à l'ingénieur un grand nombre de produits nouveaux, destinés à répondre aux exigences diverses qu'on rencontre dans la maison moderne et dans la fabrique. Il nous a paru intéressant de soumettre quelques-uns de ces nouveaux produits à l'épreuve de l'expérience directe et de faire sur eux des mesures photométriques pour préciser les conditions les plus favorables de leur mode d'emploi.

Le résultat de ces recherches est résumé dans les lignes suivantes.

Nous devons examiner tout d'abord comment pénètre la lumière au travers d'une vitre ordinaire et quelles modifications peuvent être apportées à la surface du verre pour améliorer l'effet qu'elle produit.

La lumière qui pénètre par une fenêtre provient, en partie de l'éclairement du ciel, en partie de la lumière diffusée par les constructions ou objets vus de la fenêtre, enfin, pour une faible part, de celle qui est diffusée par le sol et qui se dirige du côté du plafond. La vitre étant ordinairement une lame de verre à faces parallèles laisse passer les rayons qui tombent sur elle sans les dévier, mais la proportion des rayons qui passent, dépend de leur inclinaison par rapport à la surface de verre. Tandis que les rayons horizontaux, qui tombent par conséquent normalement sur les vitres, ne perdent, par réflexion sur celles-ci que 4 % de leur intensité ; les rayons tombant sous l'angle de 70° perdent par réflexion 16 % de leur intensité, soit quatre fois plus, et sous l'angle de 85° la réflexion leur fait perdre 66 % de leur valeur ; la vitre est alors un corps plus réfléchissant que transparent pour ces rayons très obliques.

Pour les maisons isolées, à horizon découvert, la lumière qui pénètre par les vitres est toujours suffisante puisqu'elle provient toujours d'une étendue assez grande de ciel, qui est la région la plus éclairante. Mais la visibilité du ciel diminue à mesure qu'on pénètre plus profondément dans la chambre, la diminution variant naturellement beaucoup avec les dimensions de la fenêtre et le relief de l'horizon extérieur. Ainsi dans une chambre de 6 m. de profondeur, éclairée par une fenêtre de $1^m,77$ de hauteur de vitres utiles, le niveau inférieur de la fenêtre étant à $0^m,80$, on voyait depuis un point situé à 2 m. de la fenêtre et à 80 cm. du plancher (surface d'une table à écrire) 25° de ciel à travers les deux vitres supérieures et 16 $^1/_2$° d'horizon plus sombre de montagnes et de bâtiments éloignés, qui étaient vus à travers la vitre inférieure ; à 4 m., on voyait 8° 20′ d'horizon et 15° 40′ de ciel, et à 6 m., 5° 30′ d'horizon et 11° de ciel. Or, ce qui importe pour l'éclairement c'est l'angle de visibilité du ciel qui, comme on le voit même dans d'excellentes conditions, diminue très vite, puisque de plus de 30° à 1 m. de la fenêtre, il tombe à 11° à 6 m., c'est-à-dire au fond de la chambre.

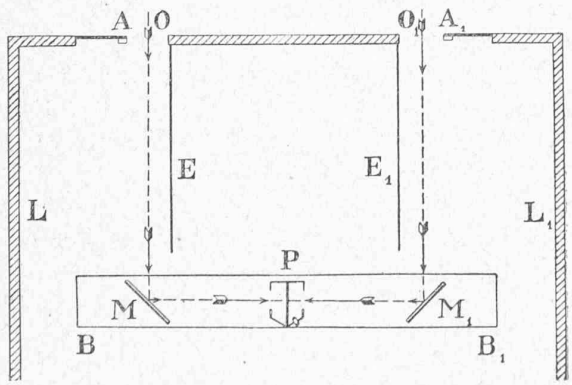
Pour les maisons de l'intérieur des villes, qui font face à d'autres maisons, la visibilité du ciel depuis la chambre n'existe souvent que tout près de la fenêtre ; à un mètre déjà le ciel a disparu et la lumière qui pénètre dans la chambre est uniquement celle qui est diffusée par les murs, souvent sombres, des constructions voisines ; de l'intérieur de la chambre on ne voit pas le ciel, mais la vitre le voit, ou du moins en voit une certaine région qui lui amène de la lumière.

Dès qu'on s'éloigne du voisinage immédiat de la fenêtre le décroissement de lumière est très rapide, parce que les régions éclairantes, non seulement diminuent de grandeur apparente, mais que leur luminosité change, et s'affaiblit ordinairement, à mesure qu'on approche de l'horizontale.

Pour atténuer ce défaut, il faudrait que la vitre change la direction des rayons qui tombent sur elle, et transforme en particulier les rayons qui se dirigent obliquement de haut en bas ou latéralement, c'est-à-dire du ciel ou de l'axe de la rue vers la vitre, en rayons moins obliques, c'est-à-dire plus rapprochés de l'horizontale ou plus perpendiculaires à la fenêtre, et pénétrant par conséquent plus profondément dans la chambre.

Ces conditions sont réalisées d'une manière systématique et rationnelle par les prismes *lux-fer*, qui projettent dans une direction donnée les rayons venant d'une autre direction donnée. A côté des recherches faites par les maisons qui fabriquent les prismes lux-fer, leurs qualités photométriques ont fait récemment l'objet d'une étude complète et très intéressante de M. le Dr J. Classen, au laboratoire municipal de Hambourg[1]. Ces mesures ont été faites en employant une source artificielle d'éclairage, formée d'une surface de 1 m², couverte de 100 lampes électriques à incandescence de 25 bougies et fournissant ainsi une lumière de 2500 bougies; cette masse éclairante remplaçait l'éclairement du ciel, invisible depuis le local employé; les conditions expérimentales ne sont donc pas les conditions usuelles; en outre, M. Classen a borné son étude au verre lux-fer.

Les recherches suivantes, dont l'idée nous est venue à propos de discussions qui ont eu lieu au sujet de l'éclairage d'un grand bâtiment, lequel doit être abondamment pourvu de verres aussi éclairants que possible, afin de compenser une situation défavorable, ont été faites dans des conditions ordinaires d'éclairage et elles ont porté sur des verres variés qu'on trouve couramment dans l'industrie.



Nous avons déterminé, par des mesures photométriques précises, l'intensité de l'éclairage produit par une fenêtre dépourvue de tout verre, comparée à celle d'une fenêtre pourvue de vitres d'espèces diverses. Les expériences ont été faites comme suit : Une chambre regardant à l'est et ayant un horizon assez découvert, était pourvue de deux fenêtres A et A_1, distantes de 2m,70 environ; parallèlement au plan des fenêtres, on a placé un banc d'optique, muni d'un photomètre de Lummer & Brodhun, P, et de deux miroirs M et M_1, réfléchissant la lumière venant des fenêtres sur les deux faces du photomètre.

Des six vitres de chaque fenêtre, cinq avaient été couvertes de papier noir, la sixième O et O_1 servait aux mesures photométriques comparées. Pour cela on plaçait alternativement le verre à étudier en O puis en O_1, tandis que l'ouverture correspondante O_1 ou O était sans vitre; on avait ainsi l'effet produit par le verre et on éliminait les défauts possibles de symétrie des deux fenêtres, défauts très faibles du reste, car le bâtiment le plus voisin, un hôpital situé à 200 m. du plan des fenêtres, était vu de la même manière de l'une et de l'autre.

Enfin, pour éviter toute action perturbatrice d'une fenêtre sur la lumière envoyée par l'autre, on avait placé deux écrans noirs, sous la forme de rideaux noirs E et E_1, perpendiculairement au plan des fenêtres. La lumière diffusée par le papier de la chambre était très faible, ce papier étant jaune-brun très foncé; les deux parois latérales L et L_1, étaient identiques.

On a fait varier, au cours des mesures, la distance du banc d'optique au plan des fenêtres, afin de déterminer l'effet de la pénétration de la lumière dans la chambre; on a fait en outre les mesures par des luminosités du ciel très différentes: ciel clair, nuageux, couvert, etc.

Les résultats obtenus sont consignés dans les tableaux suivants :

Intensités lumineuses relatives à diverses distances de la fenêtre.

Noms des verres.	Dist. 2m,50	3m,15	4m,55	Observations.
Verre cathédrale .	1.20	1.23	1.12	
» dépoli fin .	1.17	1.53	1.92	
» strié	1.17	1.72	2.00	
Diamant à tête de clous.	1.18	1.65	1.88	Relief en dedans.
»	—	1.48	—	» en dehors.
Diamant à dessins	1.18	1.67	—	
» vermiculé	1.24	1.65	1.95	
Lux-fer.	1.14	1.65	—	Prismes en dedans.
»	—	1.21	—	» en dehors.
»	—	1.56	—	» en dehors mais incliné dans l'intérieur de 26°.

La signification de ce tableau est la suivante : on a pris comme unité relative, pour chaque distance, l'intensité lumineuse donnée par la fenêtre *sans vitre* ; les chiffres de la première colonne expriment donc l'intensité lumineuse donnée à 2m,50 par chaque espèce de verre; celle de la lumière directe étant 1. On voit que les verres *diamants*, qui ont des dessins très variés et qui ont comme caractère commun d'être gaufrés de côtes ou de dessins en relief, formant des lignes ou des prismes orientés dans tous

[1] Untersuchungen über den durch Luxferprismenfenster zu erreichenden Helligkeitsgewinn. 1901.

les sens, donnent une intensité lumineuse variant de 1.18 à 1.24. L'effet favorable de ces verres, comme du reste celui de la plupart des autres, augmente avec la distance à la fenêtre; ainsi, en désignant encore par 1 l'intensité lumineuse sans vitre à $3^m,15$, on voit que la valeur des verres diamants est représentée par 1.65 à 1.67; à $4^m,55$, cette valeur *relative* s'élève de 1.88 à 1.95; en d'autres termes, la diminution de la lumière, quand on s'enfonce dans la chambre, est beaucoup moins rapide avec des verres diamants que sans verre. Les mêmes observations sont valables pour le verre dépoli fin qui serait excellent s'il conservait sa puissance de diffusion, mais, au bout de peu de temps, sa surface se ternit par la poussière qui remplit les interstices des grains de verre et ces sortes de verres donnent, entr'autres comme plafonds lumineux, des résultats très défavorables. Placés verticalement et recouverts d'un second verre transparent mince, ils pourraient rendre quelques services.

Les verres lux-fer sont des verres pour usages spéciaux; ils dirigent par leurs prismes *orientés* la lumière sous des angles parfaitement déterminés et localisent ainsi l'éclairage, aussi sont-ils employés surtout dans des positions inclinées, pour transformer la lumière tombant verticalement, dans une rue étroite par exemple, en lumière oblique ou horizontale, pénétrant ainsi dans l'intérieur des chambres. Ce fait explique que les échantillons que nous avons employés n'aient pas donné des résultats supérieurs à ceux des verres diamants. Enfin, signalons le verre strié fin très lumineux, mais dont la teinte un peu verte ne plaît pas comme la belle couleur blanche des verres diamants. Quant au verre cathédrale, très employé autrefois, il convient pour tamiser la lumière et s'allier à des verres de même espèce, colorés, mais ce n'est pas un verre lumineux.

L'effet de ces verres dépend beaucoup de la nature de la lumière extérieure; de nombreuses mesures nous ont montré que c'est par un ciel nuageux, à nébulosité variable, c'est-à-dire dans lequel les couches de nuages sont irrégulièrement distribuées dans le ciel, que l'effet est le plus favorable. Par un ciel tout à fait clair, l'accroissement de luminosité est le moins sensible; ce dernier fait s'explique facilement si l'on remarque que ces verres ajoutent à la lumière horizontale directe, qui les traverse, une partie des rayons venant des régions élevées du ciel; or avec un ciel bleu, la lumière est plus intense et plus blanchâtre près de l'horizon qu'au zénith, où elle est foncée et bleue; l'addition de ces rayons peu éclairants n'est donc pas très utile; en revanche, dès que le ciel est nuageux, chaque nuage constitue souvent une masse partiellement éclairante et un nuage blanc, ou gris et blanc, situé au zénith, donne beaucoup plus de lumière que la même surface de ciel bleu. Les chiffres suivants s'expliquent par les considérations précédentes :

	Etat du ciel.		
	Clair.	Nuageux.	Couvert.
		Distances 3^m à $4^m,5$.	
Verre cathédrale	1.23	1.29	1.26
Verre strié	1.72	1.71	2.81
Verres diamants, moyenne	1.65	2.40	2.80
Verre dépoli fin	1.53	2.11	2.60

Des expériences directes de photographie ont confirmé complètement les observations photométriques, elles ont montré que des dessins suspendus dans la chambre contre une paroi à $5^m,50$ de la fenêtre donnent des images négatives d'intensité maximum, pour la même durée de pose, lorsque les vitres sont des verres diamants; mais il ne faudrait cependant pas en conclure que ces vitres conviendraient le mieux pour des parois de verre d'ateliers de photographes, la lumière est trop diffusée et les contrastes entre l'ombre et la lumière ne sont pas aussi nets qu'avec les verres ordinaires. Les verres diamants ou striés, à relief tourné vers l'intérieur, sont ce qu'il y a de mieux pour un éclairage général qui demande une belle diffusion de lumière; ils conviendront particulièrement, nous semble-t-il, pour l'éclairage de salles de lecture, soit par plafond, soit par fenêtres, si la salle est profonde; ils seraient probablement très favorables, grâce à leur absence de coloration propre, pour l'éclairage par plafond d'un musée de peinture. Il serait très intéressant de faire, avec des peintres, quelques essais à cet égard afin de voir comment les couleurs supportent cette diffusion de la lumière; au moment où le verre va jouer un rôle important dans le grand bâtiment de Rumine cette consultation serait utile.

Nous avons enfin fait quelques mesures sur l'absorption que ces verres exercent sur la lumière; les résultats sont les suivants: le chiffre indiquant l'absorption exprime la quantité de lumière qui ne traverse pas le verre, que cette lumière ait été réellement retenue dans la masse par une transparence imparfaite ou qu'elle ait été réfléchie par la face d'entrée.

	Absorption %	Transmission %
Verre dépoli fin très propre . . .	10	90
Verre cathédrale	8	92
Verre diamant	4	96
Verre lux-fer, vert	19	81
Autre lux-fer, blanc	5	95
Verre armé allemand (Siemens). .	10	90
Verre armé, mailles hexagonales, genre lux-fer	22	78

Qu'il nous soit permis pour terminer, quelques observations d'ordre pratique. La question des verres à vitres à employer pour les fenêtres d'un immeuble ne se pose que pour ceux qui sont placés dans les villes, qui ne reçoivent la lumière horizontale que renvoyée par les maisons et qui doivent chercher à prendre le plus possible de la lumière verticale du ciel. Dans ces conditions, il y au-

rait avantage à placer les cadres des fenêtres permanentes aussi extérieurement que possible, et à placer les fenêtres doubles du côté de l'intérieur de la chambre; ce serait avantageux aussi au point de vue thermique. En outre, pour augmenter la luminosité dans la chambre, on devrait faire de verre diamant les vitres supérieures de la fenêtre et réserver le verre transparent pour les vitres inférieures, au travers desquelles on observe la rue. On pourrait ainsi obtenir une meilleure distribution générale de la lumière, surtout si on a fait un plafond blanc. Les fenêtres doubles intérieures devraient être de verre ordinaire transparent. Ces conditions ne s'imposent naturellement que pour les locaux peu éclairés; malheureusement leur nombre augmente d'année en année avec l'extension des villes[1].

Novembre 1902. HENRI DUFOUR,
professeur de physique à l'Université.

[1] Les verres employés nous ont été obligeamment fournis par MM. Rod (verre lux-fer), Gamboni (verres divers et armé Siemens) et Voigtländer (verres diamants).

Les fers à ancrages « Schürmann ».

« Un bâtiment bien fondé est un bâtiment à moitié achevé », dit-on parfois non sans quelque raison, car si la base est inébranlable les autres fautes que le constructeur pourrait commettre ne sont que peccadilles comparées à une mauvaise fondation.

On pourrait en dire presque autant des ancrages qui, toujours utiles, deviennent surtout indispensables lorsque la fondation n'inspire pas pleine confiance ou lorsque le terrain est plus ou moins compressible.

Un bâtiment bien ancré dans toutes les directions, construit dans ces conditions défavorables, se tassera sans doute, mais ce tassement se fera régulièrement sans provoquer de déchirures; il s'enfoncera de quelques centimètres peut-être, mais uniformément, comme le ferait un monolithe.

Le constructeur accueillera donc avec satisfaction tout ce qui dans ce domaine sera de nature à faciliter ou à simplifier sa tâche; c'est pour cette raison que nous croyons utile de présenter aujourd'hui aux lecteurs du *Bulletin technique* les fers dits à ancrages imaginés par les architectes allemands Schild et Lorey; le brevet de ces Messieurs a été acquis et il est exploité actuellement par Schürmann, bien connu par les planchers massifs qui portent son nom, mais dont il n'est pas non plus le créateur.

Grâce à cette nouvelle invention, il sera désormais possible, dans bien des cas, de se passer du forgeron. Tout ouvrier adroit sera capable de préparer, au fur et à mesure des besoins, tous les fers de consolidation d'un bâtiment, tels que les crampons, les ancrages, les tirants, les tiges de suspension, etc.

Ce travail pourra s'exécuter au chantier même, à froid, c'est-à-dire sans le secours de la forge.

Les avantages qui en résultent sautent aux yeux : Simplicité et rapidité d'exécution pour les ferrures prévues d'avance et possibilité d'exécuter, sans retarder en aucune manière les autres travaux, celles qui, en cours d'exécution, paraîtraient en outre désirables.

* * *

Matière première, outillage et procédés pour l'utilisation sont d'une extrême simplicité.

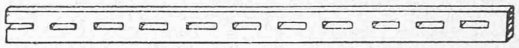


Fig. 1.

La matière première, les barres (fig. 1), sont livrées en longueur de 4 à 5 mètres; ce sont des fers méplats perforés dans le sens longitudinal de trous équidistants, de dimension telle qu'il soit possible d'y faire passer une barre transversale de section identique.

Le poinçonnage des trous, exécuté à chaud au sortir du laminoir, n'altère en rien la qualité du métal; examiné à la loupe, on constate l'absence de fissures capillaires.

La qualité du métal a été en outre contrôlée par les soins du laboratoire fédéral pour l'essai des matériaux de construction; les résultats constatés peuvent être considérés comme favorables. Soumises à des efforts de traction, les barres se sont rompues sous une charge moyenne de 4 tonnes par centimètre carré.

Au point de vue de leur utilisation pour ancrages, la résistance des barres à la torsion présente un certain intérêt. Or il a été possible de tordre une barre de 90° et de la redresser quatre fois de suite avant la formation de fissures apparentes; la septième fois, après quatorze torsions, la rupture s'est produite.

Les numéros du commerce se font en fer plat de 25 × 5 mm., 30 × 7 mm., 40 × 8 mm., 50 × 8 mm., 55 × 6 mm.

Des crampons à longues pointes en fer carré et des clous forgés, lorsqu'il s'agit de constructions en bois, des boulons de 8 et 10 mm., s'il s'agit de fer, complètent le matériel.

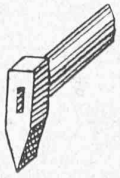


Fig. 2.

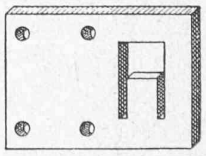


Fig. 3.

L'outillage est tout aussi simple : il se compose d'un ciseau à froid (fig. 2), pour couper les barres à longueur voulue ou d'une forte cisaille, puis d'une plaque, découpée ainsi que l'indique la figure 3, que l'on fixera solidement au moyen de quatre fortes vis où que ce soit, par exemple à l'un des montants de la baraque qui accompagne tout chantier.