

## NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

### Calcul de la lumière du jour dans les maisons Galbreath, M.

For the publisher's version, please access the DOI link below./ Pour consulter la version de l'éditeur, utilisez le lien DOI ci-dessous.

#### **Publisher's version / Version de l'éditeur:**

<https://doi.org/10.4224/40000958>

*Digeste de la construction au Canada, 1963-01*

#### **NRC Publications Archive Record / Notice des Archives des publications du CNRC :**

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=88076e06-2213-4e96-b2a2-c22530e24593>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=88076e06-2213-4e96-b2a2-c22530e24593>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright>

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits>

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

**Questions?** Contact the NRC Publications Archive team at

PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

**Vous avez des questions?** Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.

## **Digeste de la Construction au Canada**

Division des recherches en construction, Conseil national de recherches Canada

**CBD 17F**

# **Calcul de la lumière du jour dans les maisons**

*Publié à l'origine en janvier 1963*

*Murdoch Galbreath*

### **Veillez noter**

Cette publication fait partie d'une série qui a cessé de paraître et qui est archivée en tant que référence historique. Pour savoir si l'information contenue est toujours applicable aux pratiques de construction actuelles, les lecteurs doivent prendre conseil auprès d'experts techniques et juridiques.

Un éclairage adéquat est essentiel dans les maisons d'habitation et pour l'obtenir la meilleure chose à faire consiste à employer adéquatement la lumière naturelle du jour. On se propose dans le présent Digeste de donner un aperçu des connaissances dont on dispose quant à la façon de capter efficacement la lumière du jour et de décrire brièvement quelques techniques parmi les plus simples.

Un grand nombre d'intérieurs tirent fort bien partie de l'éclairage naturel grâce à l'expérience et à l'imagination des architectes qui les ont conçus. L'architecture géorgienne a permis d'obtenir d'excellents éclairages intérieurs grâce à ses hautes et étroites fenêtres qui facilitaient la pénétration de la lumière du jour, à ses listels évasés et à ses moulures qui aidaient à créer une transition graduelle de la lumière extérieure à la lumière intérieure sans contrastes gênants. Par suite des progrès techniques réalisés dans la construction et dans les aménagements il est maintenant possible de rendre des locaux confortables même dans un bâtiment sans fenêtre ou dans une maison de verre. Il semble donc normal de chercher à obtenir une connaissance accrue au sujet de la nature et de la fonction de la lumière naturelle du jour comme moyen d'éclairage intérieur.

De nombreuses recherches ont été effectuées dans le monde au sujet de l'éclairage naturel et de la mise au point de méthodes de prédiction afin que les architectes puissent disposer d'un choix de systèmes leur permettant de prédire avec une bonne précision la qualité et la quantité de l'éclairage naturel intérieur. Un comité de la Commission internationale de l'éclairage prépare actuellement un manuel international qui définira les principes de base et comparera les diverses méthodes employées pour le calcul de l'éclairage du jour. Ce manuel permettra de grouper en une seule publication les renseignements nécessaires au calcul de la lumière du jour dans les maisons.

La tâche qui consiste à prédire l'éclairage intérieur naturel est très difficile par suite de la nature changeante de la source de lumière. Il existe deux stades dans la planification de l'éclairage du jour: 1 ) l'étude météorologique de la quantité de lumière venant du soleil et de

la clarté du ciel qui est disponible dans un lieu non obstrué et 2) la détermination des moyens par lesquels la quantité souhaitée d'éclairage peut atteindre un emplacement intérieur déterminé.

### **Clarté du ciel**

Les estimations de la clarté du ciel sont fondées sur des données recueillies à des intervalles réguliers durant un certain nombre d'années. Deux conditions de ciel que l'on suppose être typiques sont généralement employées comme base de calcul. Ce sont:

1. le ciel totalement couvert
2. le ciel dégagé, la lumière du soleil étant directe.

### **Ciel totalement couvert**

La répartition de la clarté d'un ciel couvert n'est pas uniforme. Elle est généralement très lumineuse au zénith et très sombre à l'horizon et elle n'est généralement pas affectée par la position du soleil. Des observations de la clarté du ciel faites par Moon et Spencer<sup>1</sup> aux Etats-Unis a conduit à la mise au point d'une formule permettant de décrire le ciel couvert:

$$B_{\theta} = B_z \left( \frac{1 + 2 \sin \theta}{3} \right)$$

ou  $B_{\theta}$  = luminance du ciel à l'altitude  $\theta$

$B_z$  = luminance du ciel au zénith.

Des observations effectuées en différentes parties du monde ont servi à confirmer l'utilité de la formule au moins dans les zones tempérées et le "ciel Moon et Spencer" a été adopté internationalement par le C.I.E. comme ciel couvert standard. La répartition de la lumière est telle que la clarté à l'horizon correspond approximativement au tiers de celle au zénith et à la moitié de la clarté moyenne du ciel.

Quoique la répartition de la lumière dans un ciel couvert soit généralement conforme au modèle standard, le niveau moyen d'éclairage varie selon les climats locaux. L'éclairage moyen provenant d'un ciel couvert est en principe la quantité de lumière qui tombe sur un plan horizontal dans un lieu sans obstruction. Le choix de valeurs de calcul appropriées peut être déterminé à partir de données météorologiques recueillies localement.

Au Canada il y a trois stations météorologiques qui mesurent l'éclairage direct à des intervalles réguliers; l'éclairage total en provenance du ciel et du soleil sur un plan horizontal est enregistré toutes les heures à Toronto, Scarborough et Ottawa. Il y a, de plus, environ 20 stations dans le pays où les radiations totales sont enregistrées. Une conversion approximative des unités de radiation en unités d'éclairage convenant aux conditions de ciel couvert peut être faite en assumant qu'un gramme calorie/centimètre carré/seconde équivaut à 7000 lumens/pieds carrés. Cette valeur a été employée dans d'autres pays dans le but d'obtenir des renseignements utiles en ce qui concerne le calcul de l'éclairage et afin de compléter les relevés directs d'éclairage. Le chiffre le plus bas enregistré ne peut pas cependant être employé à des fins de calcul et un compromis doit être accepté, semblable à celui qu'on emploie pour le calcul du chauffage d'hiver.

En Australie les valeurs de calcul ont été établies pour les principales villes à partir du niveau d'éclairage qui sera dépassé durant 90% des heures ouvrables du jour, c'est-à-dire de 8 heures du matin à 4 heures de l'après-midi. Cela semble une bonne façon de procéder, quoique pour certains types d'occupation une période différente du jour soit peut-être mieux appropriée. Les valeurs de calcul recommandées pour les conditions australiennes varient de 350 lumens/pied carré à Hobart, Tasmanie, à 1100 lumens/pied carré à Darwin. Au Royaume-Uni où le climat est maritime 500 lumens/pied carré sert de base à la norme britannique en matière de lumière du jour.

Les variations climatologiques qui se produisent au Canada peuvent donner lieu à toute une gamme de valeurs. Le calcul afin de répondre au besoin de chaque région. Les valeurs publiées dans le *Monthly Radiation Summaries* Service météorologique du Ministère ontarien des transports<sup>2</sup> peuvent servir de base pour la norme canadienne.

### **Le ciel dégagé, la lumière dit soleil étant directe**

Afin de tenir compte, dans les calculs, des conditions de ciel dégagé et d'éclairage direct du soleil il est nécessaire d'avoir des renseignements non seulement en ce qui concerne la lumière qui tombe sur le plan horizontal mais également de la lumière sur les plans verticaux et sur les plans perpendiculaires aux rayons du soleil. Il y a, à l'heure actuelle, peu de registres de cette nature au Canada quoique, à Ottawa, des mesures soient prises sur une base régulière en ce qui concerne les radiations totales aboutissant sur des surfaces verticales correspondant aux principaux points de la boussole. Des tables d'éclairage du jour valables pour les Etats-Unis sont incluses dans "*Recommended Practice of Daylighting*" publié par l'*Illuminating Engineering Society*<sup>3</sup>. Les renseignements semblent être d'une nature plutôt générale. L'éclairage solaire est donné en fonction de la latitude et il est douteux qu'il puisse convenir aux conditions canadiennes.

### **Méthode du facteur de lumière du jour**

Lorsqu'on fait les plans d'une maison dans laquelle on veut tirer profit de la lumière naturelle il faut déterminer la mesure dans laquelle la lumière disponible à l'extérieur peut atteindre un emplacement déterminé à l'intérieur. Le "facteur de lumière du jour" qui est employé communément comme norme en Europe est une mesure de l'éclairage par la lumière du jour en un point. Elle est exprimée par rapport à l'éclairage sur un plan donné et à l'éclairage extérieur simultané sur un plan horizontal en un lieu sans obstacle. Par exemple si l'éclairage intérieur est de 10 lumens/ pied carré et l'éclairage extérieur sur un plan horizontal de 500 lumens/pied carré le facteur de lumière du jour est de 10/500 ou 2%.

Le facteur de lumière du jour peut être décomposé de la façon suivante:

$$\text{Facteur de lumière du jour} = \text{Composante du ciel} + \text{Composante réfléchie externe} + \text{Composante réfléchie interne.}$$

La composante dit Ciel est la mesure de la lumière directe venant du ciel et atteignant le point intérieur considéré; des tables et des cartes publiées peuvent être utilisées pour obtenir cette valeur. Une de ces cartes, relativement facile à employer et particulièrement appropriée pour le calcul préliminaire d'un bâtiment, est celle que l'on trouve dans les *Simplified Daylight Tables* publiées en 1958 par le Département des recherches scientifiques et industrielles du Royaume-Uni<sup>4</sup>. Les tables sont disposées de façon à montrer la proportion dit ciel aperçue à partir d'un point pour lequel le facteur de jour est calculé et elles ont été modifiées de façon à tenir compte de l'effet d'un ciel couvert et de la réduction de la transmission de la lumière causée par une vitre simple. D'autres corrections peuvent être faites pour des vitres doubles et pour l'effet de la crasse sur le verre. La composante réfléchie externe est la mesure de la lumière qui atteint le point après réflexion sur des surfaces extérieures telle que les bâtiments opposés qui probablement obscurcissent une partie de la lumière directe en provenance du ciel. La procédure à suivre est semblable à celle que l'on utilise dans le calcul de la composante du ciel. La zone du mur opposé tel qu'on le voit à partir du point considéré est obtenue et multipliée par un chiffre approprié à la clarté de la surface du mur réfléchissant. On assume généralement que ce chiffre est le dixième de la clarté moyenne du ciel.

La composante réfléchie interne est la quantité de lumière atteignant le plan de travail après réflexion sur les murs, les plafonds et le toit. Dans de nombreux cas cette composante peut constituer une grande proportion de la lumière totale disponible. La grandeur de la composante réfléchie interne est établie en prenant en considération le facteur de réflexion moyen des surfaces intérieures et la dimension de la pièce et des fenêtres. Les *Simplified Daylight Tables* donnent des valeurs applicables au facteur de réflexion des matériaux de construction

ordinaires et une table qui peut être utilisée pour estimer la valeur de la composante interne réfléchie dans des pièces rectangulaires.

### **La méthode lumen**

Aux Etats-Unis, particulièrement au cours des dix dernières années, de nombreuses études ont été consacrées au problème des plans établis en fonction d'un ciel dégagé. Il en a résulté une méthode lumen de calcul qui a été conçue sur la base de celle qu'on utilise dans le calcul de l'éclairage artificiel. La quantité de lumière qui tombe sur une fenêtre et qui provient du soleil et du ciel et de la lumière réfléchie sur le sol et sur d'autres surfaces extérieures, est calculée et multipliée par un coefficient approprié au facteur de transmission de la fenêtre et aux réflexions sur le plan de travail en provenance des surfaces intérieures. Les principes en jeu sont très semblables à ceux qui président au calcul du facteur de jour mais le but du présent calcul est la quantité de lumière obtenue à l'emplacement désiré, exprimée en unités d'éclairage.

Une brochure intitulée *Predicting Daylight as Interior Illumination* et préparée par les chercheurs de l'Université Southern Methodist<sup>5</sup> contient une série de cartes et de tables qu'on peut utiliser pour déterminer l'éclairage intérieur à des points situés dans des pièces simples, rectangulaires et éclairées par le côté. Les valeurs obtenues sont limitées à trois points dans la pièce afin que les calculs soient simplifiés. Les points sont situés à 5 pieds du centre du mur de la fenêtre, à 5 pieds du mur du fond et au centre de la pièce. Cette méthode est un peu plus restrictive que la méthode du facteur de jour laquelle permet des calculs en n'importe quel point d'une pièce. Son principal inconvénient pour le Canada semble être la rareté des données sûres recueillies quant à la clarté du ciel dans les conditions canadiennes. Il est possible d'employer les valeurs de clarté du ciel qui se trouvent dans la brochure et qui conviennent aux conditions des Etats-Unis, et de comparer l'efficacité relative des différents types de bâtiments sans s'inquiéter trop des valeurs absolues. La méthode lumen peut être employée pour obtenir des renseignements sans s'inquiéter trop des valeurs absolues. La méthode lumen peut être employée pour obtenir des renseignements quant à la lumière naturelle en provenance des ciels couverts et des ciels dégagés.

### **Intensités de l'éclairage intérieur**

Le choix d'une intensité appropriée pour l'éclairage intérieur dépend de la tâche spécifique à effectuer dans la pièce considérée. Des valeurs d'éclairage minima recommandées pour toute une série de travaux sont énumérées dans le *Lighting Handbook* publié par l'Illuminating Engineering Society<sup>6</sup>. Dans la plupart des cas ces valeurs sont considérablement plus élevées que les anciennes valeurs recommandées et elles sont le résultat d'une étude de H. R. Blackwell<sup>7</sup> en ce qui concerne l'éclairage en fonction de l'efficacité de la vision. Il est souhaitable que la lumière d'une pièce ne tombe pas au-dessous de l'intensité recommandée, encore que dans certains cas le minimum puisse s'avérer insuffisant. Par exemple si le contraste entre un travail et son entourage est trop grand, comme cela peut se produire lorsqu'une fenêtre est dans le champ de vision, l'oeil s'adapte à la lumière prédominante et les objets moins brillants peuvent être difficile à voir. En employant une des méthodes d'analyse de la lumière du jour il est possible d'estimer la clarté relative des diverses surfaces d'une pièce et de faire les corrections nécessaires. Le *Lighting Handbook* de l'Illuminating Engineering Society contient des recommandations quant au rapport maximum devant exister entre une clarté de travail et une clarté d'entourage pour l'obtention de conditions confortables. Les valeurs ci-dessous s'appliquent aux écoles et aux bureaux où de bonnes conditions de vision sont essentielles:

- Entre le travail et l'entourage adjacent: 1 à 1/3
- Entre le travail et des surfaces éloignées assez sombres: 1 à 1/10
- Entre le travail et des surfaces éloignées assez claires: 1 à 10

- Entre le fenêtrage et les surfaces adjacentes: 20 à 1
- N'importe où à l'intérieur du champ normal de vision: 40 à 1

Ces valeurs sont recommandées comme maxima; leur réduction est généralement souhaitable.

La principale source d'éblouissement est la lumière directe du soleil et il y a lieu d'affaiblir cette lumière au moyen d'un des nombreux dispositifs actuellement employés pour faire de l'ombre. Un ciel clair sans lumière directe du soleil est rarement d'une clarté telle qu'il puisse causer des conditions inconfortables, mais la lumière du soleil réfléchiée par des murs adjacents et des sols peut être très désagréable. Les surfaces intérieures de couleur claire permettent, une répartition plus uniforme de la lumière dans une pièce étant donné que ces surfaces réfléchissent mieux la lumière vers les points les plus éloignés des fenêtres. La réflexion du plancher contribue également à l'éclairage à l'arrière d'une pièce parce que la lumière directe qui tombe sur le plancher est réfléchiée vers le plafond et vers d'autres surfaces intérieures. Une augmentation de la zone des fenêtres sous le plan de travail n'affecte pas la composante directe mais elle peut contribuer de façon importante à la lumière réfléchiée.

Les techniques employées pour le calcul de la lumière du jour ne sont pas très différentes de celles que l'on trouve dans des domaines connexes de la construction des maisons. Elles peuvent être très utiles pour harmoniser le type des fenêtres aux climats régionaux et pour tirer un meilleur parti de la lumière du jour, l'une de nos ressources naturelles. Les méthodes décrites peuvent aider à résoudre les problèmes les plus simples du calcul de la lumière du jour. Des techniques plus avancées existent. Une bibliographie complète des études relatives à la lumière du jour est incluse dans *Recommended Practice of Daylighting*<sup>3</sup>.

### **Bibliographie**

1. Moon, P. and D. E. Spencer. Illumination from a Non-Uniform Sky. *Illuminating Engineering*, Vol. 37, p. 707-726, 1942.
2. Monthly Radiation Summaries. Meteorological Branch, Department of Transport, Toronto, Canada.
3. Recommended Practice of Daylighting. Reprint from "Illuminating Engineering", Vol. 45, No. 2, February 1950.
4. Hopkinson, R. G., J. Longmore and A. M. Graham. Simplified Daylight Tables. National Building Studies, Special Report No. 26, London, 1958.
5. Predicting Daylight as Interior Illumination. Libbey-Owens-Ford Glass Co., Toledo, Ohio, 1960.
6. IES Lighting Handbook; the Standard Lighting Guide, 3rd Edition 1959. Illuminating Engineering Society, New York, 1959.
7. Blackwell, H. R. Development and Use of Quantitative Method for Specification of Interior Illumination Levels on the Basis of Performance Data. *Illuminating Engineering*, Vol. 54, No. 6, p. 317-53, June 1959.