

Cahier TECHNIQUE

De l'uniformité en éclairage

Lors d'un nouveau projet d'éclairage, comment augmenter l'éclairement moyen et l'uniformité ? A cette question fondamentale en éclairagisme, les professionnels ont trouvé des solutions dont certaines ne sont pas d'ordre technique mais simplement liées aux définitions.

- Réduire la surface utile (en argumentant que seule cette surface nécessite d'être éclairée avec l'éclairement recommandé) permet d'augmenter sensiblement à la fois l'éclairement moyen et l'uniformité.

- Réduire le nombre de points de mesure ou de simulation, permet d'augmenter fortement l'uniformité.

Ces "astuces" bien connues des professionnels peuvent tromper la vigilance des clients.

Afin de réduire la forte sensibilité de l'uniformité en fonction du nombre de points de mesure, nous proposons une nouvelle définition de l'uniformité.

Ce nouveau facteur d'uniformité, simple à calculer, est beaucoup moins dépendant du maillage utilisé et permet d'éviter qu'un seul point sombre diminue drastiquement l'uniformité.

LIONEL SIMONOT,
SOPHIE CAMELIO
MAÎTRES DE
CONFÉRENCE À
L'ÉCOLE SUPÉRIEURE
D'INGÉNIEURS
DE POITIERS,
SPÉCIALITÉ "ÉCLAIRAGE,
ACOUSTIQUE,
CLIMATISATION"

Dans un projet d'éclairage intérieur ou extérieur, une des premières préoccupations est de réaliser le niveau d'éclairement à maintenir et l'uniformité d'éclairement souhaités.

Ainsi, que ce soit pour des mesures d'éclairement lors de la réception ou du contrôle d'une installation d'éclairage, ou pour des simulations d'éclairement lors d'un nouveau projet, deux grandeurs essentielles apparaissent : l'éclairement moyen E_{moy} et l'uniformité définie comme le rapport entre l'éclairement minimum et l'éclairement moyen $E_{\text{min}}/E_{\text{moy}}$.

La norme européenne sur l'éclairage des lieux de travail intérieurs (EN 12464) donne des valeurs d'éclairement moyen à maintenir qui peuvent aller de moins de 100 lux pour des zones inoccupées à plusieurs milliers de lux pour des activités de haute précision. Pour les uniformités, la norme distingue le plan de la tâche de travail et les zones environnantes immédiates pour lesquels elle préconise une uniformité supérieure respectivement à 0,7 et à 0,5.

En général, pour une source de lumière donnée, on recherche à la fois l'éclairement moyen et l'uniformité les plus élevés possible. Les logiciels de simulation permettent de déterminer la configuration géométrique la plus adaptée. Pour une situation strictement identique, d'autres arguments permettent d'augmenter "artificiellement" ces deux grandeurs :

- une solution consiste à restreindre le plan utile en excluant les zones les moins éclairées, généralement en périphérie, jugées "inutiles à éclairer correctement" : l'éclairement moyen et l'uniformité sont augmentés ;

- une autre solution consiste simplement à diminuer le nombre de points de mesure par un maillage de relevé de points d'éclairement pour éviter les zones d'éclairement les plus sombres ! Cette méthode pose d'ailleurs un problème lors de la comparaison entre des mesures à partir d'un maillage discret par définition et des simulations à partir d'un maillage pouvant pratiquement former un continuum. Paradoxalement, avec les logiciels de simulation, il est souvent intéressant de diminuer le nombre de points de calcul, moins pour diminuer le temps de calcul, que pour augmenter l'uniformité. Un cas d'étude très simple, préalablement présenté, nous permettra d'illustrer l'influence de la définition de la surface utile puis du nombre de points de mesure pour l'évaluation de l'éclairement moyen et l'uniformité. A la suite de cette étude nous proposerons une nouvelle définition de l'uniformité et en soulignerons les avantages.

Cas d'étude

Considérons une pièce carrée de côté a éclairée par une seule source de lumière en son centre, située à une hauteur h du plan utile selon la configuration définie par la figure 1. En outre, la source est supposée ponctuelle et isotrope d'intensité I_0 (source sphérique lambertienne de petite dimension).

Pour les applications numériques et les figures, on suppose que a est fixe ($a = 3$ m) alors que h peut varier. On choisit

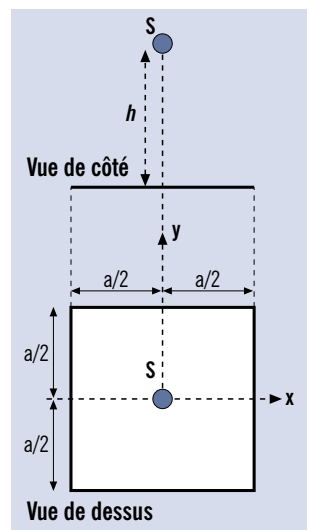


Figure 1. Configuration géométrique - Eclairage d'une pièce carrée par une source de lumière ponctuelle (S) située à une hauteur h du plan utile.

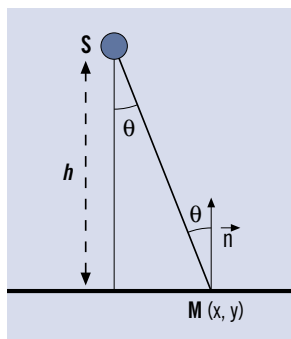


Figure 2. Calcul de l'éclairement en $M(x,y)$ – Loi de Bouguer

$I_0 = 1\,000$ cd. Enfin, seul l'éclairement de la surface horizontale est étudié. L'influence d'éventuelles parois verticales est négligée ; ceci revient à considérer des parois verticales noires, parfaitement absorbantes.

• La source étant ponctuelle, la loi de Bouguer permet de calculer l'éclairement $E(x,y)$ en un point $M(x,y)$ du plan utile. Avec les notations de la figure 2, on a :

$$E(x,y) = \frac{I_0 \cos \theta}{SM^2} = I_0 \frac{h}{(h^2 + x^2 + y^2)^{3/2}}$$

La valeur minimale de l'éclairement peut être relevée aux points les plus éloignés du centre de la pièce, c'est-à-dire dans les coins de la pièce tels que $x = \pm a/2$ et $y = \pm a/2$.

gnés du centre de la pièce, c'est-à-dire dans les coins de la pièce tels que $x = \pm a/2$ et $y = \pm a/2$.

$$E_{\min} = E\left(\pm \frac{a}{2}, \pm \frac{a}{2}\right) = I_0 \frac{h}{\left(h^2 + \frac{a^2}{2}\right)^{3/2}}$$

L'éclairement moyen peut être défini ainsi :

$$E_{\text{moy}} = \frac{1}{a^2} \int_{-a/2}^{a/2} \int_{-a/2}^{a/2} E(x,y) dx dy$$

La résolution de cette intégrale double donne :

$$E_{\text{moy}} = \frac{4I_0}{a^2} \arctg\left(\frac{a^2}{4h\sqrt{h^2 + \frac{a^2}{2}}}\right)$$

Figure 3. $E_{\min}$, E_{moy} et $E_{\min}/E_{\text{moy}}$ en fonction de l'indice du local $K = a/2h - a = 3$ m, $I_0 = 1\,000$ cd

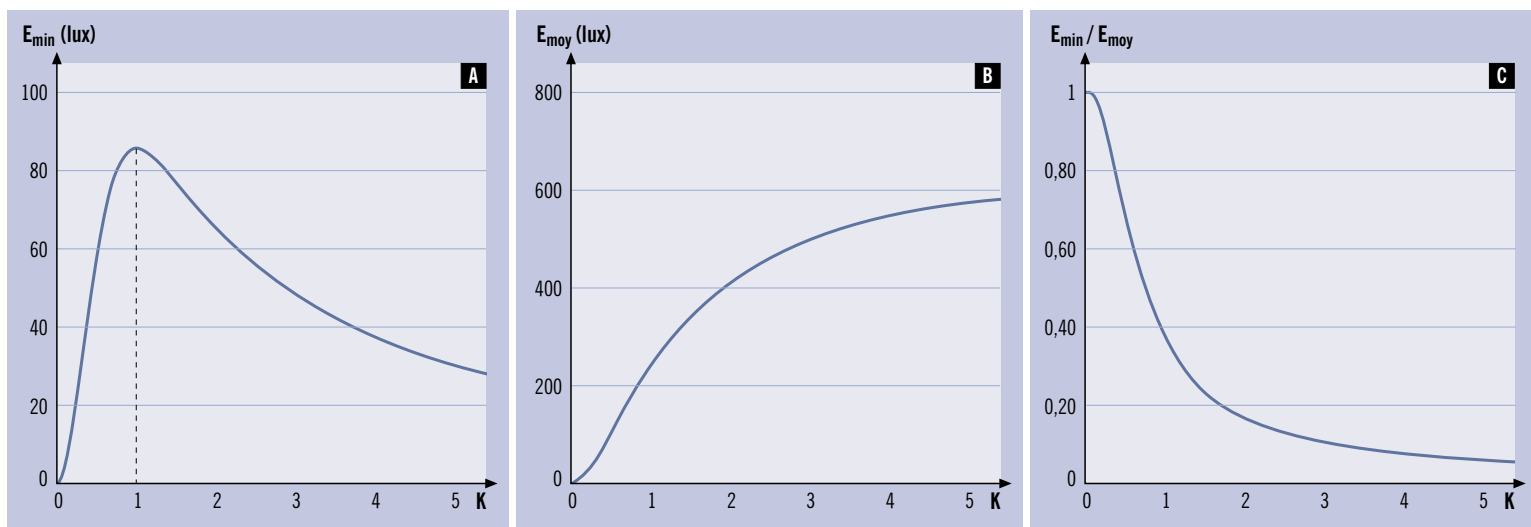
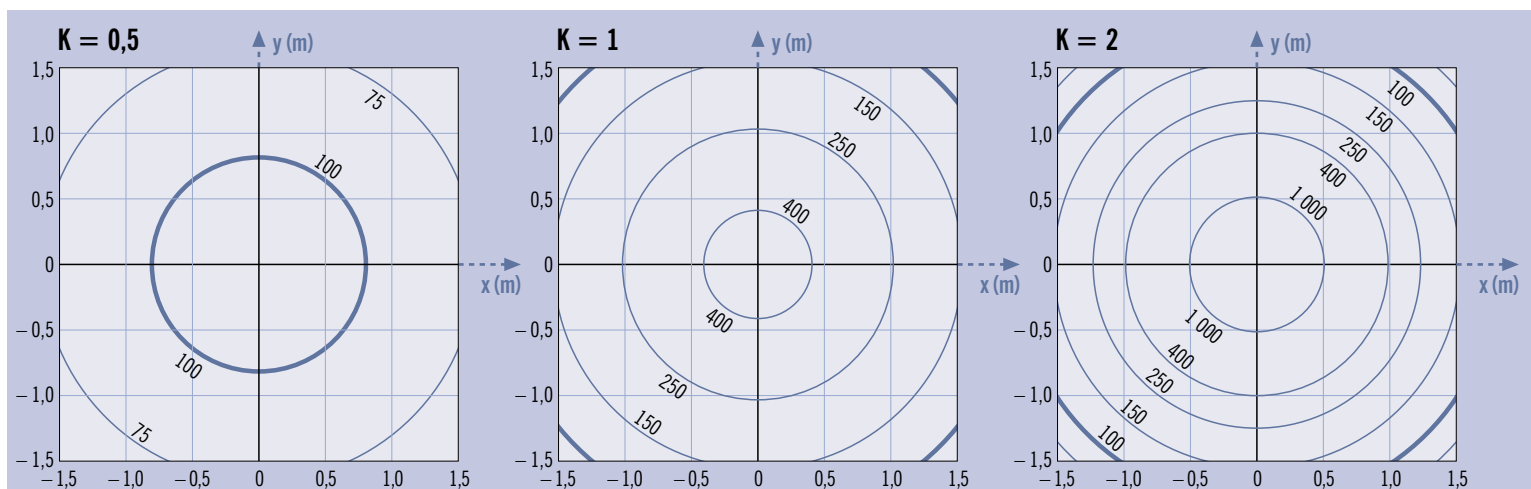


Figure 4. Courbes isoéclairement à 75, 100, 150, 250, 400 et 1 000 lux pour $K = 0,5, 1$ et 2, $a = 3$ m, $I_0 = 1\,000$ cd



	$K = 0,5$ Source éloignée du sol	$K = 1$ Cas intermédiaire pour lequel l'éclairement minimum est le plus élevé	$K = 2$ Source proche du sol
$E_{\min}$	61 lux	86 lux	66 lux
E_{moy}	90 lux	233 lux	412 lux
$E_{\min} / E_{\text{moy}}$	0,68	0,37	0,16

Pour une uniformité :

$$\frac{E_{\min}}{E_{\text{moy}}} = \frac{4h}{a^2 \left(h^2 + \frac{a^2}{2} \right)^{\frac{3}{2}} \arctg \left(\frac{a^2}{4h \sqrt{h^2 + \frac{a^2}{2}}} \right)}$$

La figure 3 présente les variations de l'éclairement minimum (3A), de l'éclairement moyen (3B) et de l'uniformité (3C) en fonction de l'indice du local K.

Dans le cas présenté, $K = \frac{a}{2h}$, a fixe et h variable.

De manière attendue, lorsque K augmente, c'est-à-dire lorsque la source se rapproche du sol, l'éclairement moyen augmente jusqu'à la valeur asymptotique :

$$\frac{2\pi I_0}{a^2}$$

tandis que l'uniformité diminue et tend vers 0.

La valeur de $E_{\min}$ passe par un maximum pour $K = 1$ ($h = a/2$).

Quand $K > 1$, la source se trouve à une distance par rapport au plan utile trop petite et n'éclaire qu'une partie de la surface.

Quand $K < 1$, la source est trop haute, l'éclairement minimum, tout comme l'éclairement moyen, diminue.

La figure 4 illustre ce propos avec les courbes d'isoéclairement circulaires pour $K = 0,5, 1$ et 2 ($h = 3 \text{ m}, 1,5 \text{ m}, 0,75 \text{ m}$ pour $a = 3 \text{ m}$). Bien entendu les résultats précédents, ainsi que ceux qui suivent, doivent être nuancés selon la géométrie des pièces à éclairer, les facteurs de réflexion des parois, la disposition et les photométries des différentes sources. Toutefois, la simplicité de l'exemple étudié, qui aboutit à des relations analytiques, permet de se concentrer sur l'influence de la surface utile et du nombre de points de mesure sur les valeurs d'uniformité et d'éclairement moyen.

La "place des meubles"

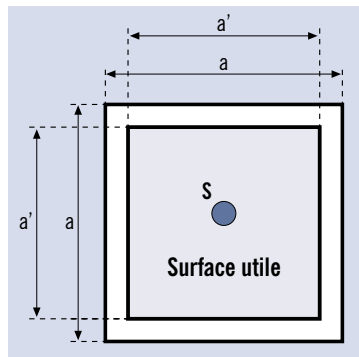


Figure 5. Définition d'une surface utile d'aire $a' \times a'$ avec $a' < a$

Pour augmenter l'éclairement moyen et l'uniformité, il suffit de ne pas prendre en compte les zones les plus sombres, c'est-à-dire celles qui sont en périphérie de la salle. Une idée très simple consiste à définir une surface utile plus réduite (figure 5). Au-delà de cette surface, les zones (place des meubles, par

exemple) ne sont pas prises en compte pour les calculs. Avec cette hypothèse, l'éclairement moyen et l'uniformité d'éclairement se trouvent augmentés ! La figure 6 présente l'éclairement moyen (6A) et l'uniformité d'éclairement (6B) en fonction de l'indice du local, pour différentes surfaces utiles. Par exemple, pour $K = 1$, en enlevant seulement une bande de 0,25 m à la périphérie de la surface de la salle ($a' = 2,5 \text{ m}$), l'éclairement moyen passe de la valeur de 233 lux à 270 lux (+16 %) et l'uniformité de 0,37 à 0,45 (+22 %). De cette manière l'éclairage semble être de meilleure qualité alors que la définition de la surface utile a été seulement modifiée.

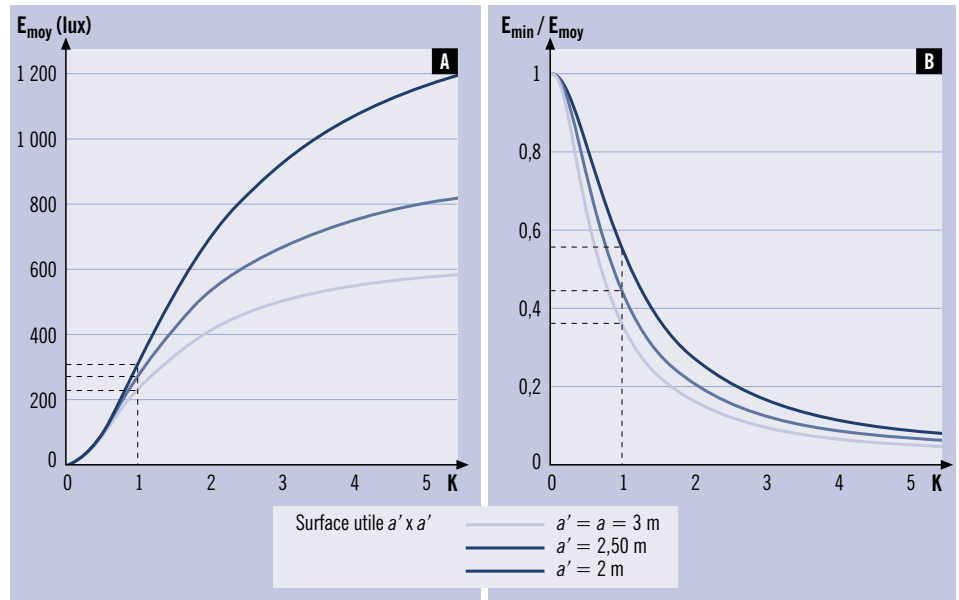


Figure 6. E_{moy} et $E_{\min}/E_{\text{moy}}$ en fonction de l'indice du local $K = a/2h$, $I_0 = 1\,000 \text{ cd}$

Simulations et mesures :

le choix du maillage de points de calcul et de mesure

Dans le cas du projet par simulation, le nombre de points n'est pas limité – sauf par le temps de calcul ; en revanche, pour des raisons pratiques, il n'est pas possible de multiplier à l'infini le nombre de mesures sur le terrain. C'est ainsi que l'AFE recommande un maillage régulier de points de mesure dont le nombre n varie selon l'indice du local.

La règle peut s'édicter ainsi : pour $n - 1 \leq K < n$, avec n entier, la surface est découpée en $N = (n + 1)^2$ carrés identiques. Les éclairages sont relevés au centre de ces carrés. Le tableau 1 illustre les configurations de mesure pour $0 \leq K < 1$ et pour $1 \leq K < 2$. Pour N points de mesure d'éclairement $E(i)_{i \in [1, N]}$ uniformément répartis sur la surface considérée, on peut déterminer la valeur minimale

$$E_{\min} = \min \{E(i)\}_{i \in [1, N]}$$

Tableau 1. Maillage et détermination de $E_{\min}$ et E_{moy} pour $0 \leq K < 1$ et $1 \leq K < 2$

K	Nombre de points	Configuration	Expression de $E_{\min}$ et E_{moy}
$0 \leq K < 1$	4		$E_{\min} = E\left(\frac{a}{4}, \frac{a}{4}\right)$ $E_{\text{moy}} = E\left(\frac{a}{4}, \frac{a}{4}\right)$
$1 \leq K < 2$	9		$E_{\min} = E\left(\frac{a}{3}, \frac{a}{3}\right)$ $E_{\text{moy}} = \frac{1}{9} E(0,0) + \frac{4}{9} E\left(\frac{a}{3}, 0\right) + \frac{4}{9} E\left(\frac{a}{3}, \frac{a}{3}\right)$

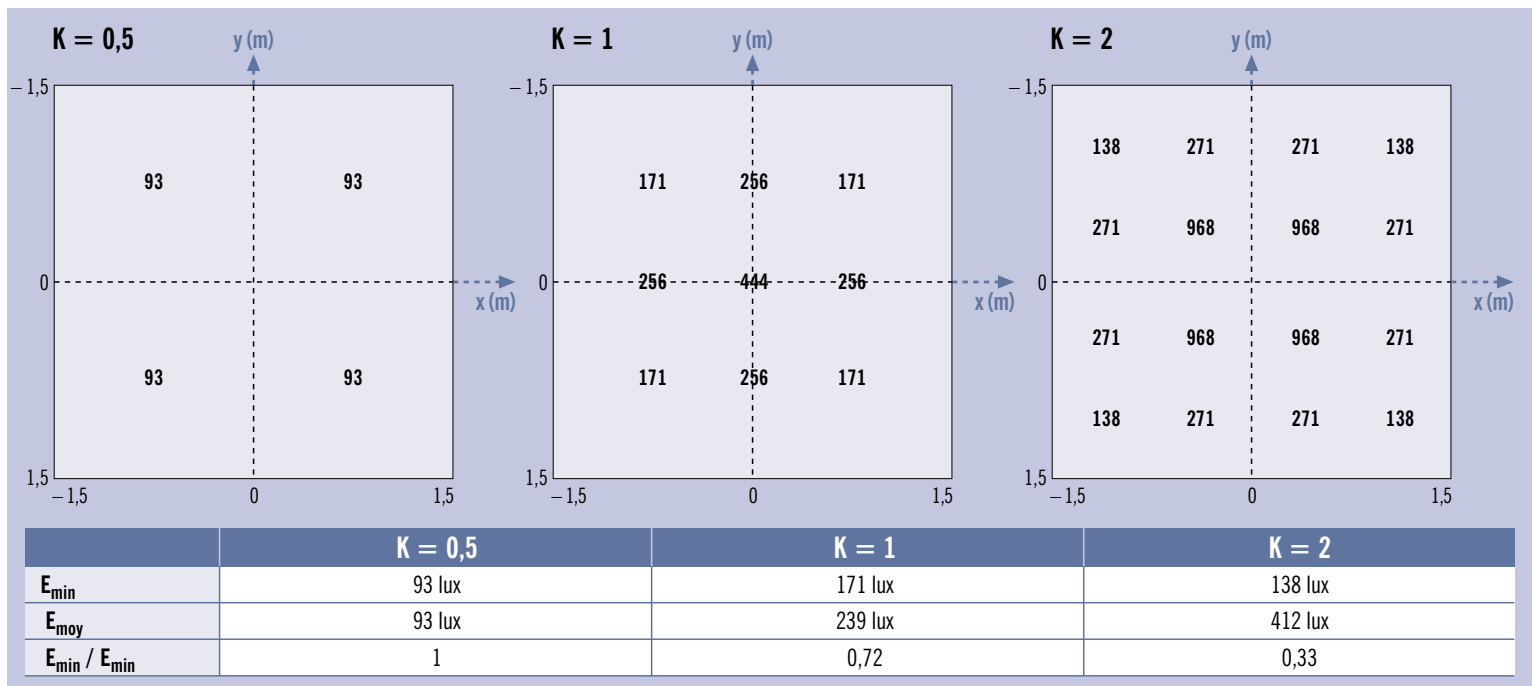


Figure 7. Relevés des éclairages en lux pour $K=0,5$, 1 et 2 selon les recommandations de l'AFE. $a = 3 \text{ m}$, $I_0=1\,000 \text{ cd}$

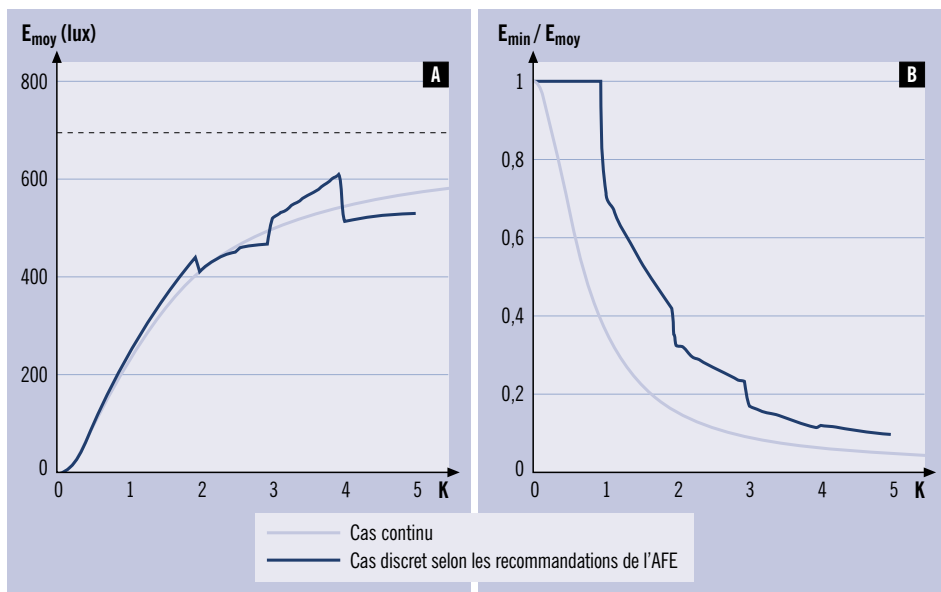


Figure 8. E_{moy} et $E_{\min}/E_{\text{moy}}$ en fonction de l'indice du local K – $a = 3 \text{ m}$, $I_0 = 1\,000 \text{ cd}$

et la moyenne arithmétique :

$$E_{\text{moy}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E(i).$$

Les valeurs d'éclairage de la figure 7 sont à comparer avec celles de la figure 4 : il s'agit ici des relevés d'éclairages selon les maillages recommandés par l'AFE pour $K = 0,5$, 1 et 2. Pour la même configuration, on note de grandes différences sur les valeurs de l'éclairage minimum $E_{\min}$ et par là-même sur celles de l'uniformité.

Avec le même souci de comparaison, sur la figure 8, les courbes représentatives du résultat des calculs de l'éclairage moyen (figure 8A) et de l'uniformité (figure 8B) ont été superposées suivant les deux hypothèses de calcul, dont l'une prend en compte l'ensemble du plan utile et l'autre un nombre discret de points selon les recommandations de

l'AFE.

Il est frappant de remarquer que, malgré le faible nombre de points de mesure, l'approximation pour E_{moy} est bonne, voire très bonne, pour les faibles valeurs de K ; en effet, l'erreur relative sur le calcul de l'éclairage moyen ne dépasse pas 5 % pour $K < 1,5$. Au contraire, lorsque K augmente, l'approximation sur la valeur moyenne est moins satisfaisante et dépend de la parité du nombre de points de mesure. Lorsque ce nombre est impair (en particulier, dans le cas où le point de calcul est situé à la verticale de la source de lumière), la valeur moyenne est surestimée ; dans le cas contraire, elle est sous-estimée.

En revanche, les conséquences sur l'uniformité sont radicales. Lorsque les points les plus sombres dans les coins de la pièce ne sont pas pris en compte, l'éclairage minimum, et donc l'uniformité, sont très fortement surestimés. En première approximation, on peut dire que l'uniformité est doublée si l'on considère un nombre discret N de points sur le plan utile et non la totalité de la surface.

Par exemple, avec $K = 1$, pour un éclairage moyen de 232 lux au lieu de 239 lux, l'uniformité

d'éclairage passe respectivement de 0,37 à 0,72.

Ainsi, avant de présenter une simulation d'éclairage, il est toujours intéressant de réduire le nombre de points du maillage : l'éclairage moyen est relativement conservé alors que l'uniformité peut être fortement augmentée.

Vers une nouvelle définition de l'uniformité d'éclairage

Le cas étudié précédemment permet de souligner la grande sensibilité de l'uniformité définie par $E_{\min}/E_{\text{moy}}$ suivant le nombre de points de mesure. C'est pourquoi, il nous semble nécessaire de mettre en place une nouvelle définition de l'uniformité, moins dépendante du maillage utilisé. Toutefois, il serait absurde de négliger complètement le principal intérêt de la définition initiale de l'uniformité $E_{\min}/E_{\text{moy}}$: sa très grande simplicité. Il est ainsi possible de calculer E_{moy} et l'uniformité à l'aide d'une simple calculatrice. Cet aspect pratique constitue également le principal

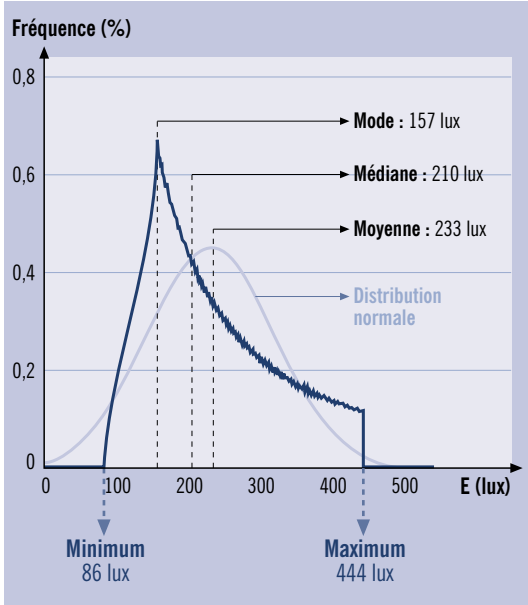


Figure 9. Distribution de l'éclairement pour $K = 1$, $a = 3$ m, $I_0 = 1\,000$ cd – grille : $1\,000 \times 1\,000$ points. Pour comparaison, une distribution normale de même moyenne (233 lux) et écart-type (88 lux) a été ajoutée.

ou la mesure de la loi de distribution de l'éclairement sur le plan utile serait nécessaire pour décrire parfaitement l'éclairement d'une surface. La figure 9 présente l'histogramme de distribution des éclairements de notre cas d'étude, pour $K = 1$. Il est à noter que cette distribution est fortement asymétrique : valeur moyenne, valeur médiane et mode (occurrence la plus fréquente) ne sont pas confondus. Sur la figure 9 a été ajoutée, pour la comparaison, la distribution de la loi normale (donc symétrique) de même valeur moyenne et écart-type.

Il est habituel en statistique de décrire une distribution par un nombre réduit de données. La figure 9 montre que la connaissance de la valeur moyenne et de l'écart-type ne sont pas suffisants : il faut faire appel à des moments d'ordre supérieur pour évaluer la distribution des éclairements. Les coefficients d'asymétrie et d'aplatissement peuvent être ainsi calculés à partir des moments statistiques d'ordre respectivement 3 et 4. Ils permettent de quantifier en partie les écarts avec la distribution normale. Il est ainsi envisageable de définir l'uniformité à partir d'approches statistiques élaborées. Toutefois, nous avons voulu conserver la simplicité de la formule initiale du facteur d'uniformité, et proposer une nouvelle définition qui soit compatible avec la précédente, c'est-à-dire sous la forme d'un rapport sans dimension compris entre 0 et 1. C'est pourquoi nous proposons d'exprimer le facteur d'uniformité sous la forme :

$$u_{25\%} = \frac{E_{25\%}}{E_{\text{moy}}}$$

où $E_{25\%}$ est le quartile inférieur : 25 % des éclairements lui sont inférieurs et 75 % lui sont supérieurs. La figure 10 reprend la comparaison de la figure 8B en y incorporant la nouvelle définition proposée du facteur d'uniformité. Cette figure montre que des écarts non négligeables persistent entre la version continue et la version discrète selon les recommandations de l'AFE, mais qu'elles sont beaucoup plus faibles que précédemment.

défaut de cette définition : un seul point sombre suffit pour diminuer drastiquement l'uniformité d'une surface qui, par ailleurs, peut être très uniformément éclairée.

Pour résoudre cette difficulté, il faut essayer d'élaborer une nouvelle définition de l'uniformité dont la valeur soit la moins sensible possible au nombre de points considérés, et dont la formulation se rapproche de la simplicité de la définition précédente. D'un point de vue statistique, la connaissance

Le fait de remplacer E_{min} par $E_{25\%}$ entraîne une augmentation sensible de l'uniformité ($E_{25\%} > E_{\text{min}}$). Toutefois, il est possible de faire évoluer cette définition en ne considérant que le premier décile ($E_{10\%}$) au lieu du premier quartile ($E_{25\%}$). Mais cette dernière solution n'a un sens que si l'on dispose d'un nombre suffisant de points (au moins supérieur à 10).

La figure 11A représente l'évolution des rapports

$E_{25\%}/E_{\text{moy}}$, $E_{10\%}/E_{\text{moy}}$ et $E_{\text{min}}/E_{\text{moy}}$ suivant le nombre de points du maillage pour le cas particulier $K = 1$. Comme $E_{25\%} > E_{10\%} > E_{\text{min}}$, les valeurs asymptotiques de chacun de ces rapports se retrouvent dans le même ordre décroissant. On peut également noter que $E_{\text{min}}/E_{\text{moy}}$ décroît de manière monotone, tandis que les rapports $E_{25\%}/E_{\text{moy}}$ et $E_{10\%}/E_{\text{moy}}$ présentent des oscillations. Les courbes d'erreur relative par rapport aux valeurs asymptotiques de chacune des courbes précédentes (figure 11B) sont significatives : pour les rapports $E_{25\%}/E_{\text{moy}}$ et $E_{10\%}/E_{\text{moy}}$, les erreurs relatives sont beaucoup plus faibles que pour le rapport $E_{\text{min}}/E_{\text{moy}}$. A titre d'exemple, dans la situation considérée, pour avoir une erreur relative inférieure à 10 %, il suffit d'un maillage de $6 \times 6 = 36$ points pour la nouvelle définition de l'uniformité contre $21 \times 21 = 441$ points pour

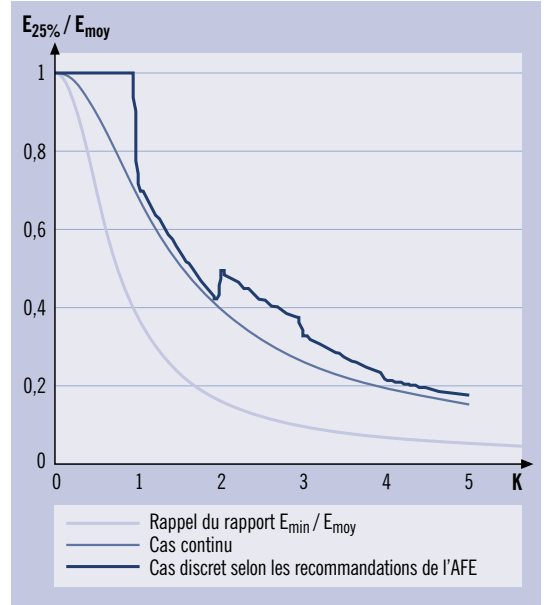
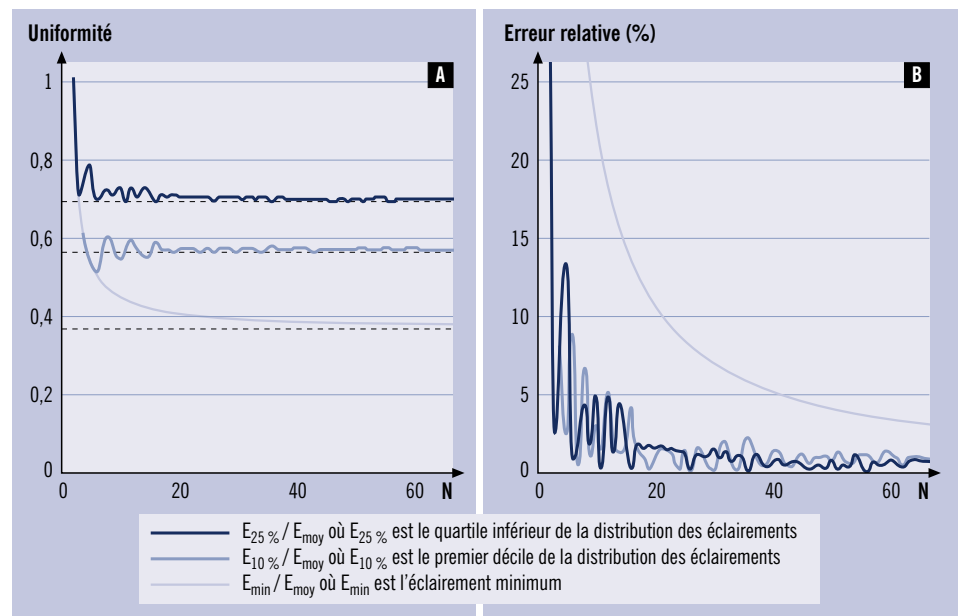


Figure 10. $E_{25\%}/E_{\text{moy}}$ en fonction de l'indice du local K . $a = 3$ m, $I_0 = 1\,000$ cd où $E_{25\%}$ est le quartile inférieur de la distribution des éclairements

Figure 11. Uniformités et erreurs relatives (par rapport aux valeurs asymptotiques) en fonction de N où $N \times N$ est le nombre de points du maillage. $K = 1 - a = 3$ m, $I_0 = 1\,000$ cd



l'ancienne ! Il n'y a pas de différence notable de la valeur de l'erreur relative si l'on considère le premier décile au lieu du premier quartile ; seule la valeur asymptotique du facteur d'uniformité est plus basse.

Autre exemple : pour $K = 1$, l'AFE recommande un maillage (minimum) de 3 x 3 points. C'est sans doute un peu insuffisant pour avoir une estimation correcte de l'uniformité. Cependant, avec ce maillage, l'erreur relative est de 10 % pour le rapport $E_{25\%}/E_{moy}$ contre

65 % pour le rapport E_{min}/E_{moy} ! La sensibilité au nombre de points du maillage est donc bien moindre avec la nouvelle définition proposée que celle qui utilise l'éclairage minimum.

L'adoption de cette définition entraînerait une modification de l'échelle des uniformités que seule la pratique pourra éprouver. Il faut noter, toutefois, que la surestimation de la valeur de $E_{25\%}/E_{moy}$ qui résulte de sa définition peut être compensée par celle de E_{min}/E_{moy} dans le cas d'un maillage plutôt lâche. Il est ainsi probable que ce soit encore une valeur de 0,7 ou 0,8 qui définit la limite inférieure pour une uniformité d'éclairage "satisfaisante".

Figure 12. Configuration choisie pour l'éclairage d'une salle de classe

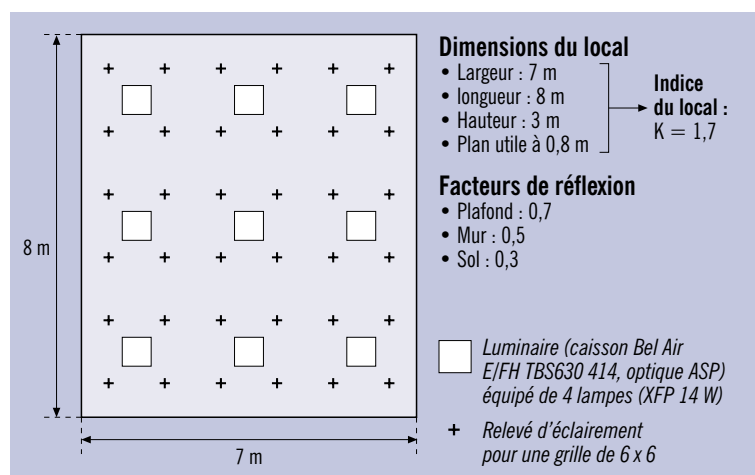


Tableau 2. Relevé des éclairagements pour la situation de la figure 12 avec une grille de 6 x 6 : les 9 éclairagements relevés apparaissent chacun 4 fois en raison de la symétrie de la configuration. Ces éclairagements sont classés par ordre croissant afin de déterminer $E_{25\%}$ puis $u_{25\%}$

Eclairagements (en lux) classés par ordre croissant	
396	E_{min}
469	
487	Premier quartile :
488	$E_{25\%} = (469 + 487)/2$
495	$= 478 \text{ lux}$
581	Valeur médiane
590	
603	
613	
$\frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 E_i = 525 \text{ lux}$	E_{moy}

$$u = \frac{E_{min}}{E_{moy}} = \frac{396}{525} = 0,75$$

$$u_{25\%} = \frac{E_{25\%}}{E_{moy}} = \frac{478}{525} = 0,91$$

Tableau 3. Uniformités u et $u_{25\%}$ pour la situation de la figure 12 en fonction de la grille de points choisie. Les erreurs relatives sont calculées par rapport aux valeurs établies avec la grille de 100 x 100.

Grille	u	Erreur relative (%)	$u_{25\%}$	Erreur relative (%)
3 x 3	0,94	81	0,94	8
6 x 6	0,75	44	0,91	4,6
9 x 9	0,67	29	0,88	1,1
12 x 12	0,63	21	0,87	0
15 x 15	0,61	17	0,87	0
20 x 20	0,58	12	0,86	1,1
25 x 25	0,57	9,6	0,87	0
30 x 30	0,56	7,7	0,87	0
60 x 60	0,53	1,9	0,87	0
100 x 100	0,52	0	0,87	0

Un exemple plus réaliste

Il nous a semblé important de confronter cette nouvelle définition de l'uniformité à un cas plus réaliste : l'éclairage d'une salle de classe. La figure 12 résume la configuration choisie. Dans ce cas de figure, il y a plusieurs sources qui ne sont ni ponctuelles, ni isotropes et dont on connaît la distribution photométrique. En outre, nous souhaitons prendre en compte les facteurs de réflexion des parois. Dans ces conditions, un logiciel de calcul de simulation d'éclairage ("CalcuLux") permet de calculer les éclairagements sur le plan utile qui ne peuvent être obtenus de manière analytique. Ce logiciel permet d'obtenir l'ensemble des éclairagements sur une grille de points définis. Pour calculer l'uniformité $u_{25\%}$, il faut ensuite déterminer l'éclairage moyen et la valeur de l'éclairage $E_{25\%}$, telle qu'il existe un quart des éclairagements qui lui sont inférieurs. Cette valeur est déterminée en classant les valeurs d'éclairage par ordre croissant et en calculant la valeur exacte du quartile par une interpolation suivant une moyenne arithmétique selon la méthode représentée dans le tableau 2. La valeur de $u_{25\%}$ est exprimée pour la situation présentée avec une grille de 6 x 6 points. La symétrie du problème permet de réduire l'étude à un quart de la surface, soit à 9 éclairagements. Le tableau 3 présente les uniformités u et $u_{25\%}$ en fonction de la grille de points. Les résultats obtenus avec ce cas réaliste de l'éclairage d'une salle de cours sont tout à fait identiques à ceux présentés précédemment sur la figure 11 : ils confirment la corrélation de u plus avec la nature du maillage qu'avec la qualité de l'installation et, au contraire, la grande stabilité de la nouvelle uniformité $u_{25\%}$ par rapport au maillage.

Conclusions

Pour conclure, la valeur du facteur d'uniformité E_{min}/E_{moy} est fortement dépendante de la valeur du point d'éclairage minimum, caractéristique du point le plus sombre ; en particulier, dans un calcul de simulation, lorsque l'éclairage minimum est situé en périphérie de la zone de calcul, cet éclairage, et de ce fait la valeur de l'uniformité d'éclairage, dépendent de la position de ce point, elle-même liée à la nature du maillage et au nombre des points qui le constituent. Cette définition assez contraignante se justifie dans le cadre d'un contrôle ou d'une réception sur le site du niveau et de l'uniformité de l'éclairage suivant les prescriptions d'un cahier des charges établies à partir d'une norme d'éclairage. C'est aussi le cas d'un contrôle d'éclairage des stades de football, où le maillage peut être imposé par le règlement de la Fédération française de football et où une zone sombre, même très ponctuelle, peut être vraiment pénalisante.

Cependant, dans de nombreux autres cas, en l'absence de contraintes fortes sur le maillage, le facteur d'uniformité d'éclairage E_{min}/E_{moy} peut prendre des valeurs tellement variables que l'uniformité devient une grandeur inutilisable et non significative de la qualité de l'installation d'éclairage. La nouvelle définition proposée permet de résoudre en partie cette difficulté en s'affranchissant du type de maillage. En outre cette étude confirme, si besoin était, la nécessité de définir précisément, voire de manière contractuelle entre client et éclairagiste, le maillage des points de calcul choisi pour les mesures et/ou les simulations d'éclairages.

Références

- Recommandations relatives à l'éclairage intérieur des lieux de travail, 1993, AFE, société d'édition Lux.
- La photométrie en éclairage, 1991, AFE, société d'édition Lux.