



L'ÉCLAIRAGE

Points de vigilance
concernant les
simulations informatiques



Nuisances physiques
Comprendre ? Agir ?

2020



**l'Assurance
Maladie**

RISQUES PROFESSIONNELS

VOTRE INTERLOCUTEUR EN RÉGION :

Carsat Retraite
& Santé
au travail
Hauts-de-France

Points de vigilance concernant les simulations informatiques

La validation à priori du projet par une étude par modélisation est indispensable et une pratique courante. La qualité d'une simulation informatique dépend étroitement de la précision des éléments pris en compte.

Les **points de vigilance** les plus importants dans la lecture d'une étude fournie sont les suivants :

- Facteur de maintenance correctement paramétré,
- Facteurs de réflexion du local réalistes,
- Zone périphérique (non prise en compte dans le calcul de l'éclairage moyen) fixée à 0,5 m des parois.

De plus, les études sont très souvent orientées uniquement vers un résultat porté sur les niveaux d'éclairage avec une approche de calcul général (par exemple éclairage moyen d'un local). Il est important d'utiliser ce type outil afin :

- de s'assurer que les niveaux d'éclairage par zones ou poste de travail de travail sont conformes aux objectifs visés
- de prendre en compte le confort à l'éblouissement par exemple par l'insertion de point de calcul UGR à différents emplacements prévus de poste de travail suivant et pour différentes orientations du regard.

On recherchera pour la validation du projet, le respect des critères recommandées dans les normes NF EN 12464-1 Lumière et éclairage lieux de travail intérieurs (chap 5.3) ainsi que la norme NF X 35-103 Principes d'ergonomie visuelle applicables à l'éclairage des lieux de travail

Facteur de maintenance (ou dépréciation)

Le **Facteur de Maintenance (FM)** donne le surdimensionnement de l'installation à neuf afin que les niveaux d'éclairage moyens soient maintenus dans le temps :

$$E_m = E_i \times FM$$

Em	Eclairage moyen à maintenir
Ei	Eclairage Initial
FM	Facteur de Maintenance

Le facteur de maintenance ainsi défini est le produit de 5 facteurs influençant les éclairages dans le local :

$$FM = FDLL \times FSL \times FDL \times FDSS$$

FDLL	Facteur de Dépréciation Lumen Lampe
FSL	Facteur de Survie de la Lampe
FDL	Facteur de Dépréciation du Luminaire
FDSS	Facteur de Dépréciation Surface Salle

Des recommandations ont été formulées par la Commission Internationale de l'Eclairage (C.I.E) pour le FDL et le FDSS. **Le FDSS dans l'industrie est par exemple fixé à 0,89** lorsque le nettoyage des locaux est réalisé tous les 3 ans dans un environnement jugé normal (peu de sources d'encrassement).

Le FSL est étroitement lié à la stratégie de maintenance. Il est fixé à 1 lorsque les sources sont remplacées dès qu'elles sont hors service. Une stratégie de maintenance qui conduit à attendre que 10 % des sources soient hors service pour engager un relamping conduit à un FSL de 0,9.

En combinant ces 5 facteurs, on obtient au final un facteur de maintenance compris entre 0,5 et 0,81 (0,81 est la valeur recommandée dans les bureaux). Le Facteur de Maintenance est une donnée absolument essentielle dans la conception d'une installation d'éclairage. En le choisissant trop proche de 1, on obtient une installation qui ne permet plus d'atteindre les éclairagements à maintenir après seulement quelques mois. En optant pour une valeur trop faible, le surdimensionnement de l'installation est trop important, l'investissement initial (nombre de luminaires à installer) et les coûts de fonctionnement (énergie et maintenance) rendent le projet irréaliste économiquement.

Facteurs de réflexion des surfaces

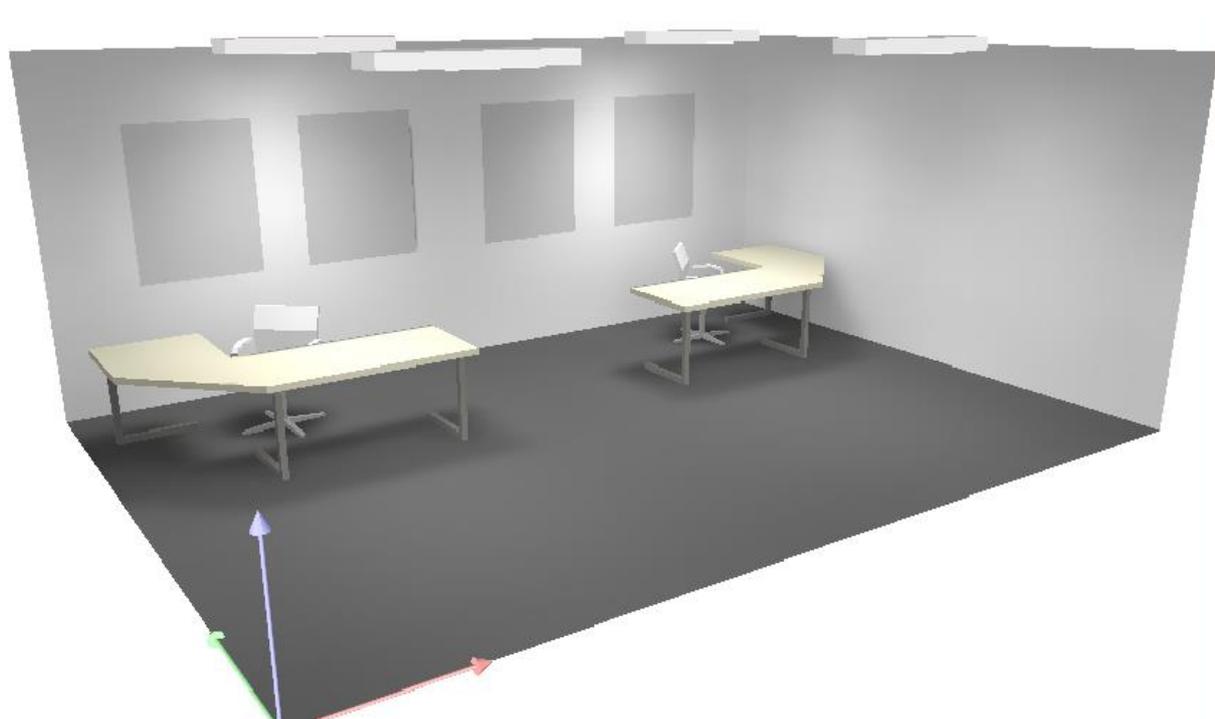
La façon dont les surfaces réfléchissent la lumière est particulièrement importante dans le dimensionnement d'une installation d'éclairage. Par exemple, un sol sombre et mat ne réfléchit qu'une faible partie de la lumière qu'il reçoit (<20 %). A l'inverse, un sol clair et brillant va réfléchir une partie importante (>50 %).

Cette lumière réfléchie majore les niveaux d'éclairage obtenus dans les locaux mais peut dans le même temps générer à un risque d'éblouissement. Ces propriétés des surfaces sont quantifiées au travers des facteurs de réflexion. Pour optimiser le confort visuel, il est recommandé de les fixer à :

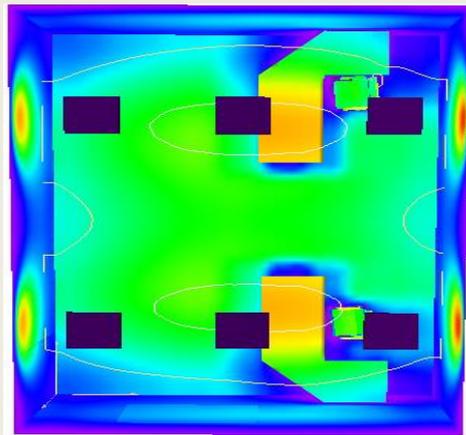
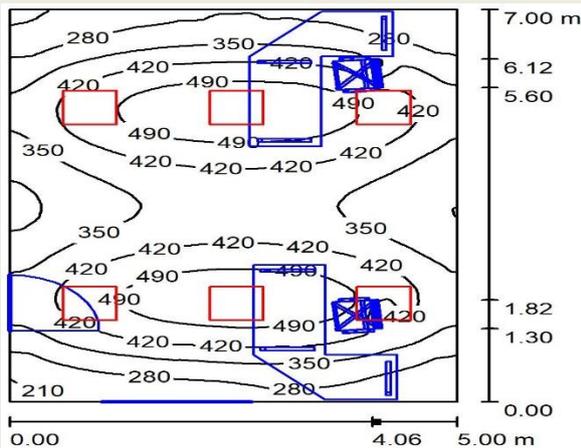
- 0,7 à 0,9 pour le plafond,
- 0,5 à 0,8 pour les murs,
- 0,2 à 0,4 pour le sol.

Exemples de réalisation

Ci-après sont présentés les résultats d'étude pour le même local avec les mêmes luminaires et la même implantation retenus. Seuls diffèrent les facteurs de maintenance, de réflexion et la définition des zones périphériques.



Cas n°1 : paramètres conformes aux recommandations



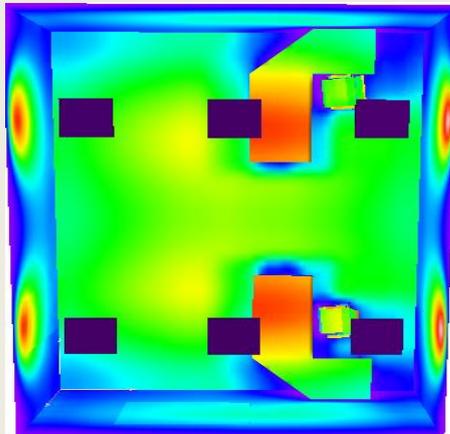
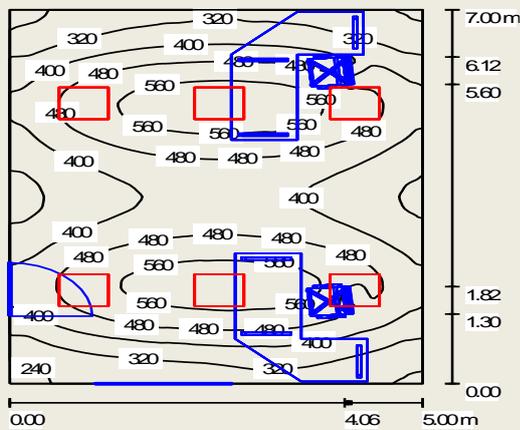
Hauteur de la pièce: 2.800 m, Hauteur de montage: 2.832 m, Facteur de maintenance: 0.80 Valeurs en Lux, Echelle 1:90

Surface	ρ [%]	E_{moy} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{moy}
Plan utile	/	382	201	541	0.527
Sol	20	266	48	388	0.179
Plafond	70	92	61	117	0.664
Murs (4)	50	204	43	622	/

Plan utile:
 Hauteur: 0.800 m
 Trame: 128 x 128 Points
 Zone périphérique: 0.000 m

Efficacité de l'installation sur le plan énergétique : 1.61 W/m² pour 100 lux.

Cas n°2 : Le facteur de maintenance a été fixé à 0,9 (valeur trop élevée dans le cas présent) au lieu de 0.8



Hauteur de la pièce: 2.800 m, Hauteur de montage: 2.832 m, Facteur de maintenance: 0.90 Valeurs en Lux, Echelle 1:90

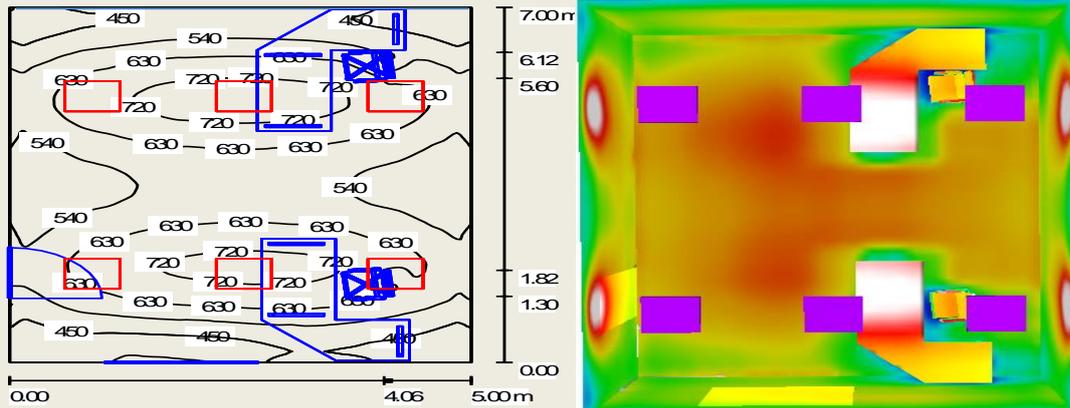
Surface	ρ [%]	E_{moy} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{moy}
Plan utile	/	430	227	609	0.527
Sol	20	299	54	437	0.179
Plafond	70	103	68	132	0.664
Murs (4)	50	230	48	700	/

Plan utile:
 Hauteur: 0.800 m
 Trame: 128 x 128 Points
 Zone périphérique: 0.000 m

Efficacité de l'installation sur le plan énergétique : 1,44 W/m² pour 100 lux.

En apparence, l'installation est moins performante mais il ne s'agit que d'un artifice de calcul ! A l'extrême, cette démarche permet même d'installer moins de luminaires (donc de réduire le coût) en offrant des performances apparentes identiques.

Cas n°3 : Le facteur de maintenance est fixé à 0,9 et les facteurs de réflexion du local fixés à 0,7 au lieu des 0,2 pour le sol, 0,5 pour les murs et 0,7 pour le plafond.



Hauteur de la pièce: 2.800 m, Hauteur de montage: 2.832 m, Facteur de maintenance: 0.90 Valeurs en Lux, Echelle 1:90

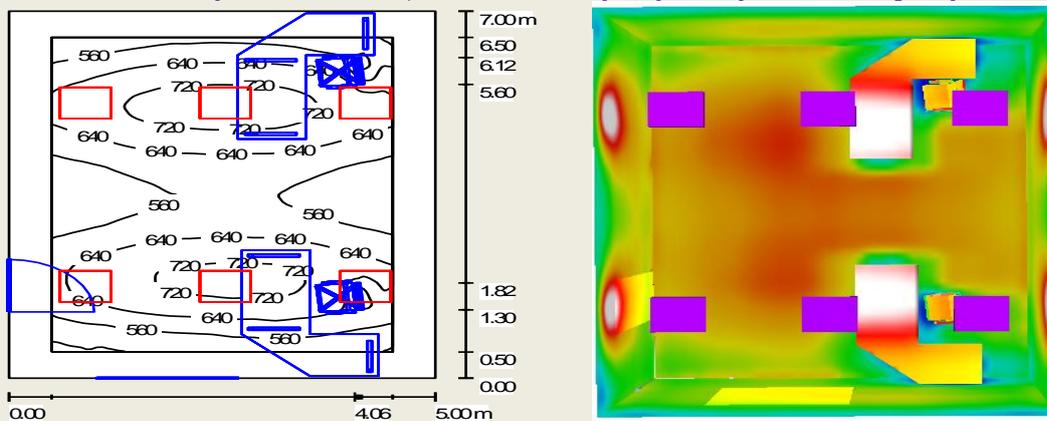
Surface	ρ [%]	E_{moy} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{moy}
Plan utile	/	577	346	762	0.600
Sol	70	438	126	593	0.288
Plafond	70	292	210	351	0.718
Murs (4)	70	399	161	858	/

Plan utile:
 Hauteur: 0.800 m
 Trame: 128 x 128 Points
 Zone périphérique: 0.000 m

Efficacité de l'installation sur le plan énergétique : 1.07 W/m² pour 100 lux.

0,7 correspondant à une surface claire et plutôt brillante, il est bien entendu que retenir cette valeur, à la fois pour le sol et les murs, semble peu réaliste. Mais l'augmentation apparente des performances est ici aussi très sensible.

Cas n°4: Identique au cas n°3, mais la zone périphérique s'étend jusqu'à 1 m des parois.



Hauteur de la pièce: 2.800 m, Hauteur de montage: 2.832 m, Facteur de maintenance: 0.90 Valeurs en Lux, Echelle 1:90

Surface	ρ [%]	E_{moy} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{moy}
Plan utile	/	623	397	756	0.637
Sol	70	438	126	593	0.288
Plafond	70	292	210	351	0.718
Murs (4)	70	399	161	858	/

Plan utile:
 Hauteur: 0.800 m
 Trame: 128 x 128 Points
 Zone périphérique: 0.500 m

Efficacité de l'installation sur le plan énergétique : 0.99 W/m² pour 100 lux.

Dans la pratique, définir une zone périphérique plus large permet surtout d'améliorer l'uniformité. Bien évidemment, il s'agit encore une fois d'un artifice de calcul.

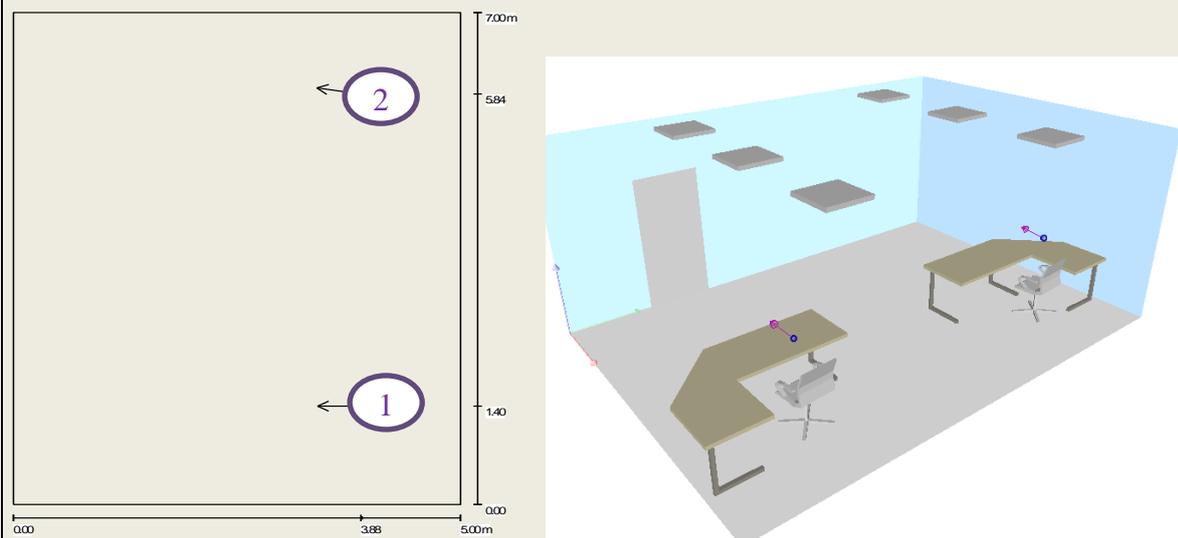
De ces considérations, afin de s'assurer de la possibilité d'atteindre les objectifs visés, il ressort que :

- **Les études présentées doivent être lues avec vigilance** en s'assurant du réalisme des valeurs retenues pour l'ensemble des paramètres cités,
- Deux études ne peuvent véritablement être comparées qu'à condition **que tous les paramètres de calcul retenus soient équivalents**.

La prise en compte des autres critères

L'expérience montre que la plupart des études réalisées se concentre uniquement sur le résultat concernant le niveau d'éclairage, d'autres critères sont pourtant à prendre en compte comme par exemple l'indice de confort à l'éblouissement (UGR_L) ou l'uniformité de l'éclairage minimal (U_0)
Les outils de modélisation permettent de s'assurer de la possibilité d'atteindre des objectifs visés concernant ces critères, comme le confort à l'éblouissement par exemple par l'insertion de point de calcul UGR.

Cas n°5 : Exemple par insertion de point de calcul UGR.



Liste des points de calcul UGR

N°	Désignation	Position [m]			Visée [°]	Valeur
		X	Y	Z		
1	Point de calcul UGR 1	3.900	1.400	1.200	180.0	17
2	Point de calcul UGR 2	3.884	5.842	1.200	170.0	15

Les résultats peuvent alors être comparés avec les objectifs visés : dans le cas présent, la limite d'éblouissement d'inconfort, (UGR_L) est de 19 (selon la norme NF 12464-1). L'installation respecte donc les recommandations a priori.

A noter, la prise en compte la position du travail et l'orientation du regard est indispensable