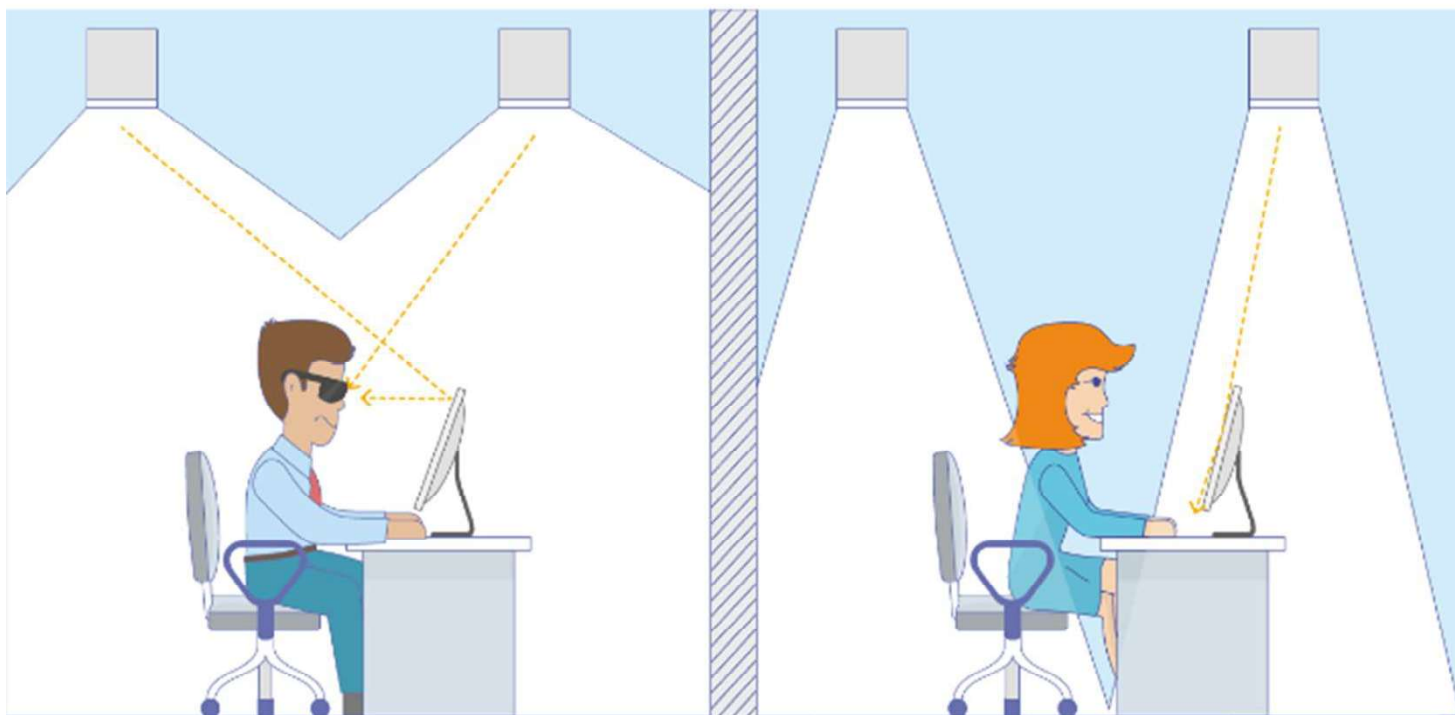


BEMLIGHT

LES UGR

Concrètement et rigoureusement, l'éblouissement est une notion complexe (ce qui est bien traduit par la complexité de la formule) à modéliser et à mesurer et n'a de sens que dans une situation particulière, c'est-à-dire pour un observateur donné dans une pièce donnée avec des luminaires précis installés. Cette formule de l'UGR est bien adaptée pour l'évaluation de l'éblouissement dans une pièce sans fenêtre mais ne peut pas prendre en compte par exemple la **lumière naturelle** qui complique encore la problématique. L'UGR, tout à fait valable pour des sources « normales » (c'est à dire directes et uniformes) dont la superficie est comprise entre $0,005 \text{ m}^2$ et $1,5 \text{ m}^2$, évalue les « petites » sources ($<0,005 \text{ m}^2$) trop sévèrement, et est trop tolérant pour les « grandes » sources ($>1,5 \text{ m}^2$).



Important

L'évaluation de l'éblouissement d'un luminaire pris isolément n'a pas de sens : elle ne prend sens que dans une situation concrète, dans une pièce définie avec un observateur positionné.



LES UGR

Important

Comme le précise la CIE 147-2002, la CIE 117-1995 ne traite que des sources simples, directes et de taille « standard » : pour un éclairage indirect, par un plafond lumineux, avec des sources spéculaires ou complexes, d'autres outils sont proposés par la CIE 147-2002. Il s'agit :

- soit de formules très simples comme par exemple pour un éclairage indirect uniforme ou un plafond lumineux de définir les seuils suivants : éclairage moyen $<300\text{lx} \Rightarrow \text{UGR}<13$, $\text{Em}<600\text{lx} \Rightarrow \text{UGR}<16$, $\text{Em}<1000\text{lx} \Rightarrow \text{UGR}<19$, $\text{Em}<1600\text{lx} \Rightarrow \text{UGR}<22$)
- soit de formules complexes non prises en compte dans les logiciels actuellement.

Important

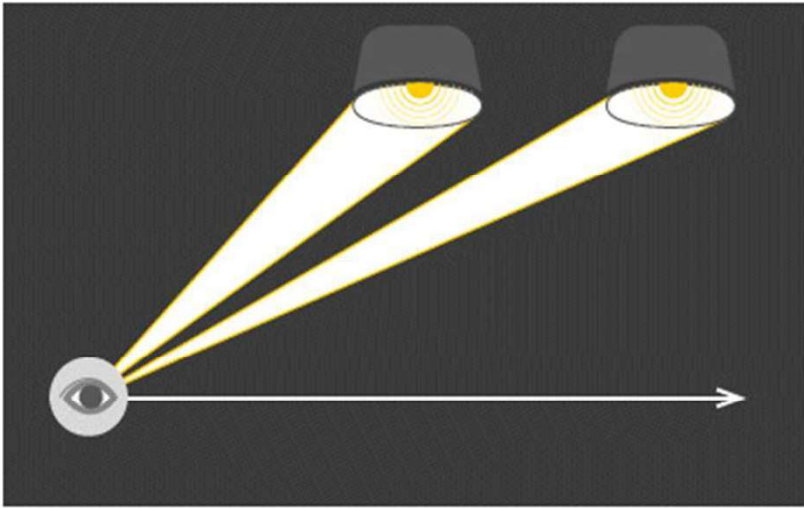
La publication CIE 232-2019 vient quant à elle traiter le sujet plus spécifique de l'éblouissement causé par des luminaires LED. En effet, les LED étant des sources de petites dimensions (surtout par rapport à la fluorescence), elles permettent des optiques très spécifiques avec des grandes variations de luminances, ce qui ne peut être pris en compte en l'état par la CIE 117-1995.

« Le développement des LEDs en éclairage général a fait émerger une grande variété de nouveaux modèles de luminaires, entraînant parfois des contrastes de luminance élevés au sein du luminaire, jamais vu auparavant. La recherche bibliographique présentée dans ce rapport montre que l'UGR a tendance à sous-estimer l'inconfort provoqué par de tels luminaires présentant une très forte non-uniformité de luminance. Plusieurs méthodes de correction de l'UGR sont évaluées en les comparant à des données expérimentales d'inconfort ressenti face à des sources lumineuses uniformes et non-uniformes. La méthode finalement retenue se base sur une définition précise de la surface de la source éblouissante à partir d'une image de luminance de celle-ci. »

BEMLIGHT

LES UGR

Le principe fondamental est de sommer toutes les **luminances** des luminaires et de les comparer à la **luminance de fond** : en effet, pour une même quantité de lumière émise par un luminaire, l'œil sera plus ébloui si la **luminance de fond** est faible et donc le **contraste de luminance** important.



Ensuite, l'angle solide et l'index de position de Guth sont des facteurs correctifs (dépendant de chaque partie éclairante de luminaire) qui permettent de prendre en compte le fait que l'observateur regarde « droit devant lui » et n'est pas censé regarder les luminaires dans les parties les plus éblouissantes.

Par exemple, plus un luminaire sera éloigné de la « ligne de vue » (d'un point de vue vertical et latéral, c'est-à-dire H et T élevés), plus l'index de Guth sera élevé donc moins l'UGR sera important (ce qui correspond au fait que par exemple un luminaire au dessus ou sur le côté de la direction de la vue « normale » d'un observateur ne l'éblouira pas), → voir ci-dessous.

Malgré la complexité apparente de cette formule, il est ainsi possible d'en dégager les grandes lignes :

$$UGR = 8 \log \left[\frac{0,25}{L_b} \sum \frac{L^2 \omega}{p^2} \right]$$

Annotations de la formule :

- 0,25** : la sensibilité de l'œil à la lumière est logarithmique
- L_b** : luminance de fond de l'environnement du champ visuel
- \sum** : somme de tous les luminaires de la pièce
- L^2** : luminance de chaque luminaire au carré
- ω** : angle solide du luminaire depuis la position de l'observateur (permet notamment de prendre en compte la distance entre le luminaire et l'observateur)
- p^2** : index de Guth : plus il est élevé, plus le luminaire est éloigné de l'axe de direction du regard

8 permet d'avoir un UGR compris entre 10 et 30 environ



LES UGR

– La luminance de fond est définie comme la luminance uniforme de tout l’environnement qui produit le même éclairage sur le plan vertical au niveau de l’œil de l’observateur que le champ visuel, ceci en excluant les sources lumineuses. Cette luminance de fond est définie par la relation $L_b = E_i/\pi$ où E_i (en lux) est la composante indirecte de l’éclairage sur l’œil de l’observateur. Une possibilité pour calculer E_i est de calculer l’éclairage dû aux murs considérés comme sources lumineuses. Ces calculs ne sont pas très précis mais l’UGR est relativement peu sensible à la valeur de la luminance de fond, par exemple une erreur de 33% dans L_b engendrera une erreur d’une unité de l’UGR.

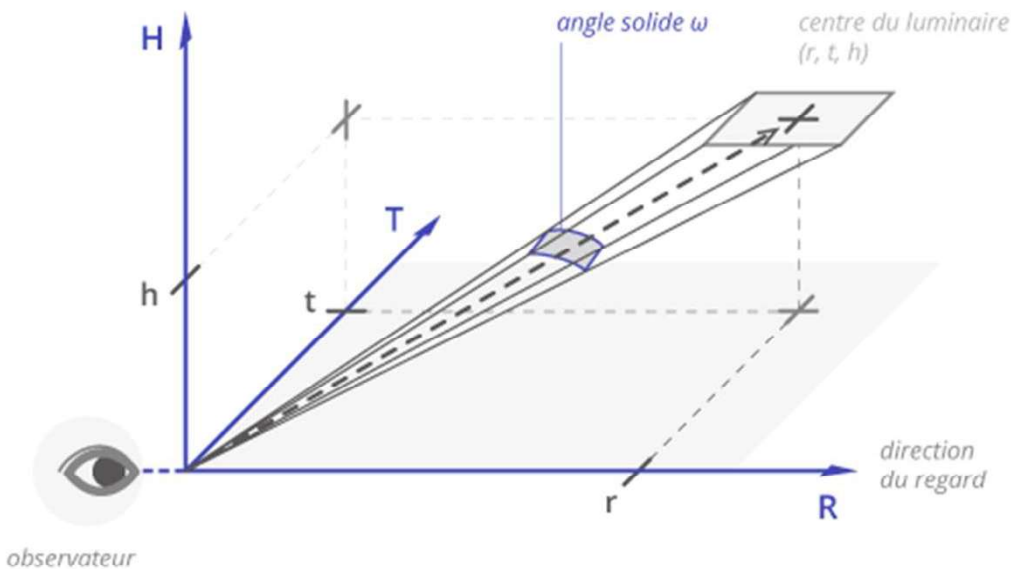
– La luminance des luminaires est définie sur cette [page](#).

– L’indice de position de Guth est trouvé par extrapolation de valeurs sur un tableau à double entrée après avoir calculé T/R et H/R, → voir ci-dessous. (R,T,H) forme un système de coordonnées à partir de l’œil de l’observateur.

T/R	H/R																			
	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90
0,00	1,00	1,26	1,53	1,80	2,35	2,86	3,50	4,20	5,00	6,00	7,00	8,10	9,25	10,35	11,70	13,15	14,70	16,20	-	-
0,10	1,05	1,22	1,46	1,80	2,20	2,75	3,40	4,10	4,80	5,80	6,80	8,00	9,10	10,30	11,60	13,00	14,60	16,10	-	-
0,20	1,12	1,30	1,50	1,80	2,20	2,66	3,18	3,88	4,60	5,50	6,50	7,60	8,75	9,85	11,20	12,70	14,00	15,70	-	-
0,30	1,22	1,38	1,60	1,97	2,25	2,70	3,25	3,90	4,60	5,45	6,45	7,40	8,40	9,50	10,85	12,10	13,70	15,00	-	-
0,40	1,32	1,47	1,70	1,96	2,35	2,80	3,30	3,90	4,60	5,40	6,40	7,30	8,30	9,40	10,60	11,90	13,20	14,60	16,00	-
0,50	1,43	1,60	1,82	2,10	2,48	2,91	3,40	3,98	4,70	5,50	6,40	7,30	8,30	9,40	10,50	11,75	13,00	14,40	15,70	-
0,60	1,55	1,72	1,98	2,30	2,65	3,10	3,60	4,10	4,80	5,50	6,40	7,35	8,40	9,40	10,50	11,70	13,00	14,10	15,40	-
0,70	1,70	1,88	2,12	2,48	2,87	3,30	3,78	4,30	4,88	5,60	6,50	7,40	8,50	9,50	10,50	11,70	12,85	14,00	15,20	-
0,80	1,82	2,00	2,32	2,70	3,08	3,50	3,92	4,50	5,10	5,75	6,60	7,50	8,60	9,50	10,60	11,75	12,80	14,00	15,10	-
0,90	1,96	2,20	2,54	2,90	3,30	3,70	4,20	4,75	5,30	6,00	6,75	7,70	8,70	9,65	10,75	11,80	12,90	14,00	15,00	16,00
1,00	2,11	2,40	2,75	3,10	3,50	3,91	4,40	5,00	5,60	6,20	7,00	7,90	8,80	9,75	10,80	11,90	12,95	14,00	15,00	16,00
1,10	2,30	2,55	2,92	3,30	3,72	4,20	4,70	5,25	5,80	6,55	7,20	8,15	9,00	9,90	10,95	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00
1,20	2,40	2,75	3,12	3,50	3,90	4,35	4,85	5,50	6,05	6,70	7,50	8,30	9,20	10,00	11,02	12,10	13,10	14,00	15,00	16,00
1,30	2,55	2,90	3,30	3,70	4,20	4,65	5,20	5,70	6,30	7,00	7,70	8,55	9,35	10,20	11,20	12,25	13,20	14,00	15,00	16,00
1,40	2,70	3,10	3,50	3,90	4,35	4,85	5,35	5,85	6,50	7,25	8,00	8,70	9,50	10,40	11,40	12,40	13,25	14,05	15,00	16,00
1,50	2,85	3,15	3,65	4,10	4,55	5,00	5,50	6,20	6,80	7,50	8,20	8,85	9,70	10,55	11,50	12,50	13,30	14,05	15,02	16,00
1,60	2,95	3,40	3,80	4,25	4,75	5,20	5,75	6,30	7,00	7,65	8,40	9,00	9,80	10,80	11,75	12,60	13,40	14,20	15,10	16,00
1,70	3,10	3,55	4,00	4,50	4,90	5,40	5,95	6,50	7,20	7,80	8,50	9,20	10,00	10,85	11,85	12,75	13,45	14,20	15,10	16,00
1,80	3,25	3,70	4,20	4,65	5,10	5,60	6,10	6,75	7,40	8,00	8,65	9,35	10,10	11,00	11,90	12,80	13,50	14,20	15,10	16,00
1,90	3,43	3,86	4,30	4,75	5,20	5,70	6,30	6,90	7,50	8,17	8,80	9,50	10,20	11,00	12,00	12,82	13,55	14,20	15,10	16,00
2,00	3,50	4,00	4,50	4,90	5,35	5,80	6,40	7,10	7,70	8,30	8,90	9,60	10,40	11,10	12,00	12,85	13,60	14,30	15,10	16,00
2,10	3,60	4,17	4,65	5,05	5,50	6,00	6,60	7,20	7,82	8,45	9,00	9,75	10,50	11,20	12,10	12,90	13,70	14,35	15,10	16,00
2,20	3,75	4,25	4,72	5,20	5,60	6,10	6,70	7,35	8,00	8,55	9,15	9,85	10,60	11,30	12,10	12,90	13,70	14,40	15,15	16,00
2,30	3,85	4,35	4,80	5,25	5,70	6,22	6,80	7,40	8,10	8,65	9,30	9,90	10,70	11,40	12,20	12,95	13,70	14,40	15,20	16,00
2,40	3,95	4,40	4,90	5,35	5,80	6,30	6,90	7,50	8,20	8,80	9,40	10,00	10,80	11,50	12,25	13,00	13,75	14,45	15,20	16,00
2,50	4,00	4,50	4,96	5,40	5,85	6,40	6,95	7,55	8,25	8,85	9,50	10,05	10,85	11,55	12,30	13,00	13,80	14,50	15,25	16,00
2,60	4,07	4,55	5,05	5,47	5,95	6,46	7,00	7,65	8,35	8,95	9,55	10,10	10,90	11,60	12,32	13,00	13,80	14,50	15,25	16,00
2,70	4,10	4,60	5,10	5,53	6,00	6,50	7,00	7,70	8,40	9,00	9,60	10,16	10,92	11,63	12,35	13,00	13,80	14,50	15,25	16,00
2,80	4,15	4,62	5,15	5,56	6,05	6,55	7,08	7,73	8,45	9,05	9,65	10,20	10,95	11,65	12,35	13,00	13,80	14,50	15,25	16,00
2,90	4,20	4,65	5,17	5,60	6,07	6,57	7,12	7,75	8,50	9,10	9,70	10,23	10,95	11,65	12,35	13,00	13,80	14,50	15,25	16,00
3,00	4,22	4,67	5,20	5,65	6,12	6,60	7,15	7,80	8,55	9,12	9,70	10,23	10,95	11,65	12,35	13,00	13,80	14,50	15,25	16,00

BEMLIGHT

LES UGR



Il est recommandé de ne pas prendre en compte les luminaires pour lesquels le rapport $T/R > 3$. Les valeurs vides du tableau pour certaines valeurs de H/R correspondent à des luminaires masqués par les sourcils ou le front.

Important

Un UGR d'un luminaire noté sur un catalogue n'est valable que pour un type et une puissance de source définis et un système optique donné.

Autrement dit, tout changement de source (passage d'une tube fluorescent T5 de 14 à 24 W par exemple) ou de système optique peut modifier l'UGR.

Dans la pratique, il existe trois niveaux d'utilisation de cette formule, du plus détaillé au plus simple (i.e. du plus précis au plus grossier), → voir synthèse ci-dessous. Il est important dans tous les cas de bien comparer ce qui est comparable, c'est-à-dire des situations et des méthodes identiques. Ne pas confondre, par exemple, la classe photométrique et l'UGR, → voir tableau comparatif en bas de la page dédiée à la classe photométrique.



LES UGR

Important

Une donnée importante du calcul de la luminance est la surface des parties éclairantes : plus celle-ci est importante, moins l'éblouissement sera fort.

La logique est la même pour les UGR : à paramètres équivalents (puissance de la source et répartition du flux), un luminaire ayant une grande surface éclairante éblouira moins qu'un luminaire équivalent avec une plus petite surface éclairante.

Autrement dit, la taille de la surface éclairante d'un luminaire est un important élément de confort.

Pour diminuer l'UGR d'un luminaire,

Le fabricant peut :

- diminuer le flux lumineux des sources,
- augmenter la surface d'éclairage,
- modifier la répartition de l'éclairage (le rendre plus intensif).

Pour diminuer l'UGR dans une pièce ou un bâtiment,

Le maître d'ouvrage ou maître d'œuvre peut :

- voir avec le fabricant pour avoir un luminaire plus adapté ou avec un meilleur UGR (voir ci-dessus),
- modifier le calepinage ou positionner les luminaires choisis différemment (éclairer en indirect, passer des luminaires d'un mur à un plafond...),
- avoir des coefficients de réflexion des murs/plafonds/sols plus importants (pour augmenter la luminance de fond),
- choisir des positions d'observateur et des champs de vision spécifiques pour n'avoir à calculer que les points pertinents dans la pratique (et donc ne pas se pénaliser par des cas théoriques inexistantes : champs de vision irréal ou inutilisé, positions d'observateur non standards... le tout calculé par des surfaces UGR). Il peut être pertinent par exemple de déterminer et d'optimiser les emplacements des bureaux dans des open space,
- augmenter le nombre de luminaires.



LES UGR

La méthode complète par logiciel dédié

Cette méthode est la plus rigoureuse et demande un logiciel de [calcul spécifique](#). Il est possible effectivement de paramétrer la pièce (dimensions, coefficient de réflexion des sol/murs/plafond), de positionner tous les luminaires (qui peuvent être de différents types) et de positionner différents observateurs dans différents lieux et dans différentes positions (assis ou debout par exemple). Ensuite, un calcul – qui peut être long – est lancé. Les résultats sont les plus précis possibles mais demandent du paramétrage et un calcul dans chaque pièce du bâtiment. C'est là une méthode rigoureuse mais lourde et donc peu utilisée en pratique.

La méthode tabulée : référence à un tableau de valeurs

C'est le domaine de la CIE 190 (Calculation and Presentation of Unified Glare Rating Tables for Indoor Lighting Luminaires) : des valeurs d'UGR sont calculées pour des situations standards (dimensions et coefficients de réflexion d'une pièce rectangulaire, espacement des luminaires, positions de l'observateur) et compilées dans un tableau de données. Dans un cas simple, il est possible en s'appuyant sur un tel tableau d'estimer une valeur d'UGR, en procédant éventuellement à des corrections.



LES UGR

La méthode rapide : prise en compte de conditions standards

Les fabricants de luminaires ne savent pas dans quelles situations seront utilisés leurs luminaires. Afin d'avoir des éléments de comparaison, il est pertinent de convenir de conditions standards établies à partir de la méthode ci-dessus. Conventionnellement, il est courant de trouver les caractéristiques suivantes d'une pièce et d'une installation standard des luminaires :

- pièce de dimensions 4H/8H, H étant la hauteur de montage au-dessus des yeux de l'observateur,
- espacement entre luminaires $S=0,25 H$,
- coefficients de réflexion des sols/murs/plafonds respectivement de 20/50/70%,
- deux positions d'observateur les plus défavorables comme les décrivent les schémas ci-dessus (cliquer sur détails de la méthode dans le paragraphe précédent et prendre les valeurs soulignées), **ce qui contraint les luminaires à avoir une double symétrie à 90°.**

A noter

Cette méthode est utilisée pour de petits projets ou pour faire un premier tri des luminaires utilisables dans une pièce donnée.

Elle permet aux fabricants de luminaires de donner *a priori* un UGR à tous les luminaires possédant une double symétrie.

Synthèse

	Avantages	Inconvénients	Commentaires
Méthode rapide 4H/8H	Résultat immédiat car ne nécessite pas de calcul Valeur notée sur les catalogues des fabricants Permet de comparer les luminaires des différents fabricants	Pas très précise Ne peut prendre en compte que des luminaires avec double symétrie	Méthode rapide mais imprécise, convient pour les petits projets ou pour avoir un ordre de grandeur
Méthode tabulée	Précision moyenne	Demande du calcul facile mais « manuel » Ne peut prendre en compte que des luminaires avec double symétrie	Méthode complexe et peu précise et donc peu utilisée dans la pratique même si elle est recommandée par la NF EN 12464-1
Méthode logiciel	Grande précision	Les paramétrage sont plus importants, notamment la (ou les) position(s) de l'observateur Le temps de calcul peut être long	Seule méthode valable pour tout projet sérieux Nécessite un logiciel dédié



LES UGR

Ordres de grandeur

Les valeurs d'UGR inférieures à 13 correspondent à un **éblouissement** négligeable et supérieures à 28, un éblouissement intolérable, voir également la définition des **classes de qualité**.

Important

Plus un UGR est faible, moins l'éblouissement est important.

Voici quelques valeurs préconisées par la **norme d'éclairage intérieur NF EN 12 464-1**, → voir également quelques exemples **ici** :

<16	Travail de précision, salle de soin
16<...<19	Bureau classique
19<...<22	Salle de repos, cantine
22<...<25	Vestiaire, salle de bain, local technique, magasin
25<...<28	Zone de circulation et couloirs
>28	Dangereux, non utilisable