

# special MINERGIE

**Guide du bon usage de la lumière  
et du concept Minergie dans le bâtiment  
professionnel**



# «Minergie ne s'applique pas seulement aux maisons particulières»

Chère lectrice,  
Cher lecteur,

L'éclairage de bâtiments professionnels, immeubles de bureaux, écoles ou halles de production par exemple, se base de plus en plus souvent sur des critères Minergie. Spécialiste de l'éclairage professionnel de bâtiments, Zumtobel Staff étudie intensément cette question depuis des années déjà et a réalisé divers petits et grands projets Minergie en collaboration avec des maîtres d'ouvrage et des concepteurs-électriciens.

Cette brochure vous donne un aperçu du label Minergie et des perspectives qu'il vous offre. Nous serions heureux de pouvoir réaliser prochainement avec vous un projet Minergie. Notre compétence et nos solutions lumière innovantes sont les garants de votre réussite.

Erwin Huber  
PDG  
Zumtobel Staff AG

## Que veut dire MINERGIE?

Notons tout d'abord que MINERGIE n'est pas une norme ou une loi contraignante, il s'agit d'une initiative volontaire qui au départ était centrée sur les bâtiments d'habitation. Le label MINERGIE a pour mission d'inciter les maîtres d'ouvrages à allier judicieusement confort et efficacité énergétique dans l'équipement technique de leurs bâtiments, en accordant toutefois la priorité au confort. Prenons un exemple: cela n'a aucun sens d'isoler une maison au point d'empêcher l'aération. Sur le plan technique, les critères MINERGIE se basent sur les exigences de la norme SIA 380/4 et englobent la ventilation, la climatisation et l'éclairage.

## Qu'y a-t-il derrière MINERGIE?

L'initiative de l'action MINERGIE revient aux cantons qui conçoivent et construisent leurs bâtiments selon ces principes. Aujourd'hui, MINERGIE est une association qui compte parmi ses membres, outre les cantons et la Confédération, également de nombreuses entreprises et représentations d'intérêt.

## Quelle importance le concept MINERGIE revêt-il aujourd'hui et revêtira-t-il demain?

Il est évident que les critères MINERGIE ne s'appliquent pas uniquement aux bâtiments d'habitation; actuellement, de nombreux immeubles de bureaux et écoles sont conçus et construits selon ce standard. La ville de Zurich par exemple compte réaliser 50 % des constructions rénovées et 75 % des constructions nouvelles sur base des critères MINERGIE. D'autres villes et cantons poursuivent des objectifs similaires. Signalons que les entreprises ont, elles aussi, emboîté le pas, ce qui ouvre d'intéressantes perspectives d'avenir aux architectes et concepteurs, mais les place en même temps devant un challenge à relever.

## Quel intérêt le maître d'ouvrage a-t-il à construire selon les critères MINERGIE?

Les avantages se situent à plusieurs niveaux. Celui qui construit selon les critères MINERGIE a la certitude d'avoir un bâtiment énergétiquement optimal et extrêmement confortable. Mais MINERGIE sert en même temps d'assurance

# Utilité et valeur du standard MINERGIE



Interview de Stefan Gasser, e-team Zurich

En Suisse, le concept MINERGIE est synonyme de solution à faible consommation d'énergie pour constructions nouvelles et rénovées. Zumtobel Staff s'est entretenu des principaux aspects de ce sujet très actuel avec le spécialiste MINERGIE Stefan Gasser de e-team, Zurich.

INTERVIEW

qualité, car cette option permet de détecter à temps tout vice de conception.

MINERGIE force pratiquement à une conception intégrée et débouche très souvent sur des solutions qui, en offrant les mêmes avantages que d'autres, occasionnent moins de frais. En matière d'éclairage, MINERGIE définit avec précision les caractéristiques photométriques requises et montre ce que vaut réellement un système d'éclairage.

## Quelles exigences particulières les concepteurs et architectes doivent-ils remplir?

Les caractéristiques du label MINERGIE sont définies. Pour obtenir le label, l'architecte doit être disposé à réaliser en collaboration avec les concepteurs techniques un ouvrage répondant aux critères MINERGIE. Pour qu'architecture et équipements techniques du bâtiment soient en harmonie, il faut impliquer les concepteurs techniques dès les premières étapes de l'étude. Ceux-ci doivent faire preuve d'une grande compétence en matière de solutions innovantes, pour la conception d'un système de gestion de l'éclairage moderne par exemple. Dans cet esprit, on a envisagé de créer un certificat de spécialiste MINERGIE pour les concepteurs.

## Quelles compétences un spécialiste/fournisseur d'éclairage doit-il avoir?

Le spécialiste de l'éclairage doit étudier à fond toute la problématique MINERGIE. Il doit être au courant des derniers développements et connaître les produits qui permettent de remplir les critères MINERGIE. Il doit en outre utiliser les systèmes d'éclairage de manière créative tout en gardant à l'esprit que l'ensemble prévaut sur les composants individuels.

Les fournisseurs pour leur part ont pour mission de soutenir les concepteurs en leur transmettant toutes les informations techniques: courbes photométriques, rendements, etc. Ces informations devraient être données dans des catalogues, mais être accessibles également sur l'Internet.

## Quel est le critère décisif d'un bon éclairage selon le standard MINERGIE?

Il ne s'agit pas de trouver la solution la plus économe en énergie, mais de créer un éclairage combinant grand confort et haute efficacité énergétique. C'est en adaptant judicieusement les composants les uns aux autres – lampe, luminaire, détecteur de présence et commande à lumière du jour – que l'on obtient les meilleurs résultats. Des surfaces claires contribuent largement à optimiser la solution.

## Quelles sont les démarches à suivre pour obtenir le label MINERGIE? Qui doit apporter la preuve de conformité?

La première condition à remplir est la conscience MINERGIE. Il faut également une spécification exacte des produits et solutions sur la base des informations techniques mises à disposition par le producteur. Une fois cela terminé, il suffit de présenter la demande!

C'est au concepteur électricien/à l'éclairagiste qu'il appartient de prouver que la solution d'éclairage et la solution globale répondent au standard MINERGIE.

## Et qui est responsable de l'exécution conforme?

En premier lieu, le chef de projet du maître d'ouvrage. Il est le trait d'union entre l'architecte et le concepteur de l'éclairage/des équipements techniques du bâtiment. Il doit veiller à ce que le cahier des charges soit respecté et que la concertation fonctionne.

## Quelles perspectives MINERGIE voyez-vous dans le domaine de l'éclairage?

L'introduction d'un label MINERGIE serait une bonne chose, en particulier pour les luminaires qui remplissent les critères de qualité en matière d'efficacité énergétique, de protection contre l'éblouissement, etc. tout en présentant des caractéristiques photométriques définies.

Le concepteur choisirait alors des luminaires portant le label MINERGIE d'autant plus qu'ils offrent une réelle plus-value.

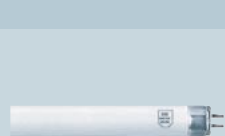
Merci de vos intéressantes informations.

# Caractéristiques d'un éclairage Minergie

Notions de base

## Critères importants

Une solution Minergie fait appel à la contribution de tous les partenaires techniques. L'utilisation coordonnée de tous les composants est la garantie d'obtenir une solution optimale. Les aspects suivants doivent obligatoirement être pris en compte:



### Lampes

Types de lampe à efficacité lumineuse élevée et bon rendu des couleurs.

→ Page 5



### Ballasts

Ballasts électroniques (B.E.).

→ Page 5



### Luminaires

Réflecteurs optimaux avec part directe assez élevée. Rendement > 90 %: excellent > 70 %: bon (= valeur limite)

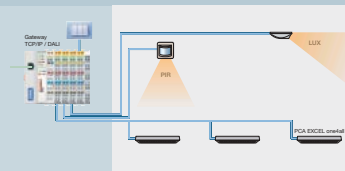
→ Page 6



### Pièce

Beaucoup de clarté, surfaces avec un bon facteur de réflexion (plafonds clairs, pas de sols noirs, etc.).

→ Page 8



### Commande

Recommandée en raison de son potentiel d'économie d'énergie élevé. L'idéal est une commande à lumière du jour en combinaison avec des détecteurs de présence dans les couloirs, salles techniques p. ex.

→ Page 9

## Notions de base

Les produits à haut rendement sont les outils essentiels d'une bonne solution Minergie. De plus, ces produits doivent être utilisés à bon escient et s'intégrer parfaitement dans le concept général. La lumière a besoin de volumes et de matière pour se déployer et c'est pourquoi l'agencement de la pièce et l'aménagement des surfaces sont tout aussi importants. Ce n'est pas tout, il faut aussi tenir compte de certains aspects à long terme, comme l'entretien et le nettoyage des luminaires, pour pérenniser les économies d'énergie.





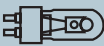
Le standard Minergie ne se limite pas au produit individuel, il considère la solution lumière dans son ensemble et c'est ainsi que dans une bonne conception d'éclairage, il accepte des solutions complémentaires pour certaines zones, incluant des produits moins efficaces en termes énergétiques mais qui répondent à une vocation esthétique. Ce qui compte finalement, c'est le bilan énergétique global du bâtiment. Les normes actuelles comme EN 12464-1 peuvent et doivent même être respectées; elles autorisent aussi des solutions telles que les concepts d'éclairage Task Area.



# Lampes et ballasts

## Efficacité lumineuse des divers types de lampes

(plus elle est élevée, mieux la lampe convient)

	Type de lampe	Puissance	Flux lumineux Efficacité lumineuse (lm/W)
	Lampe à incandescence	100 W	1.380 lm 13,8 lm/W
	Lampe fluocompacte	40 W	3.500 lm 87 lm/W
	Tube fluorescent	35 W	3.300 lm 94 lm/W
	Lampe halogène 230 V	100 W	2.500 lm 25 lm/W
	Lampe iodures métalliques	70 W	6.400 lm 91 lm/W

Lampes / B.E.

## Les lampes

Le choix des lampes constitue une première étape décisive. L'efficacité énergétique d'une lampe est indiquée par son efficacité lumineuse, exprimée en lumens par watt. Les sources lumineuses à efficacité élevée présentent un bilan énergétique plus avantageux entre production de lumière et dégagement de chaleur (rayonnement dans le spectre infrarouge).

En intérieur, un bon rendu des couleurs est souvent d'une importance capitale mais s'obtient généralement au détriment de l'efficacité lumineuse, une des raisons pour laquelle des lampes d'une même famille de produits peuvent être évaluées différemment en termes de rentabilité.

Un autre facteur intervenant dans le standard Minergie est le dégagement de chaleur. Les sources lumineuses thermiques peuvent induire une charge thermique dans les pièces, qui doit être compensée par la climatisation (augmentation de la consommation d'énergie).

Les lampes recommandées sont les lampes fluorescentes T16 et T26 (avec B.E.) ainsi que les lampes fluocompactes (tube simple) pour l'éclairage général et les lampes à décharge haute pression pour les usages décoratifs.

## Ballasts électroniques (B.E.)

En service, les ballasts électroniques consomment près de 20 % moins d'énergie que les systèmes classiques. Ils prolongent en outre la durée de vie de la lampe d'environ 50 %, réduisant ainsi les frais d'entretien. Les versions réglables au standard DALI (Digital Adressable Interface) permettent une commande à lumière du jour.



# Luminaires

Types de luminaires recommandés (le top dans les solutions Minergie)

## Luminaires encastrés



Light Fields



Mirel T16 FEC



Lumière douce IV  
avec optique à grille

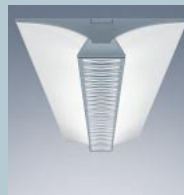
## Luminaires apparents



Light Fields



Miral T16



Lumière douce IV  
avec optique à grille

## Downlights ouverts



Panos H  
(matière plastique)



Panos L  
(matière plastique)



Panos M  
(métal)

## Lampadaires directs-indirects



Light Fields-S



Flexos à 2 têtes



Minium Lite

Luminaires

## Luminaires et Minergie

Un luminaire est jugé sur la base de son rendement. Celui-ci exprime le rapport entre le flux lumineux sortant du luminaire et le flux lumineux global produit à l'intérieur du luminaire, la température ambiante et la position de la lampe étant définies.

Le rendement lumineux d'un luminaire n'est toutefois pas un indice de rentabilité fiable, une constellation défavorable de l'espace et de mauvais facteurs de réflexion pouvant entraîner des pertes de lumière.

Il faut aussi tenir compte de l'application prévue pour le luminaire. Souvent, pour obtenir une ambiance agréable, les murs et les plafonds doivent paraître clairs. Il s'agit alors de bien choisir le type de distribution photométrique du luminaire (directe/indirecte, directe intensive ou directe extensive).

### Luminaires directs-indirects suspendus



Claris

Spheros

RTX II

Ces luminaires constituent un exemple parmi de nombreuses autres solutions d'éclairage Minergie proposées par Zumtobel Staff. Si vous désirez de plus amples informations, veuillez contacter Zumtobel Staff (voir adresses au verso).

### Luminaires absolument inadéquats:

Lampadaires à éclairage 100 % indirect

Luminaires à vasque opale

Appliques à éclairage 100 % indirect

### Note concernant les luminaires équipés de lampes T16

Les luminaires à **une lampe** peuvent recevoir tout type de lampe.

Pour les luminaires à **deux lampes**, on recommande des lampes de 28 W et de 35 W (lorsque l'écart entre les lampes est important, comme sur le Tecton, tous les types de lampes conviennent). Il faut aussi tenir compte de la disposition des lampes l'une par rapport à l'autre.



En raison de leur construction asymétrique, les lampes T16 doivent toutes avoir la même orientation sous des températures ambiantes normales (cachets du même côté – attention lors de la première installation des lampes et de leur remplacement). Ce n'est qu'ainsi qu'elles émettent le flux lumineux maximal.

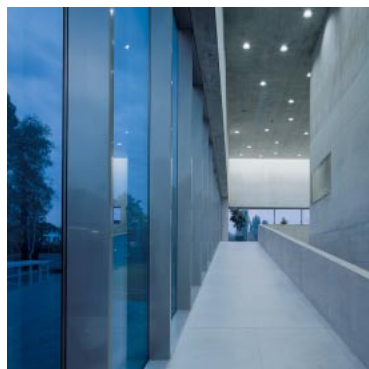
Luminaires

Dans un esprit d'efficacité et de respect de l'environnement, une limitation globale de la consommation énergétique en kWh/m<sup>2</sup>a est plus que judicieuse. Cette approche des solutions d'éclairage Minergie offre à l'éclairagiste consciencieux une marge d'action suffisante lui permettant de tenir compte autant de l'énergie que de l'acceptance de la solution chez l'utilisateur. Les facteurs suivants doivent s'accorder avec une conception d'éclairage efficace:

### Ergonomie



### Ambiance



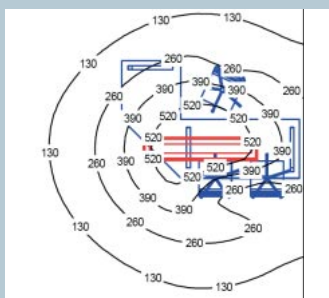
### Bien-être



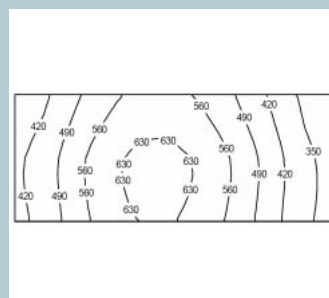
# Pièce

## Différences d'éclairage du fait de l'aménagement

### Pièce claire



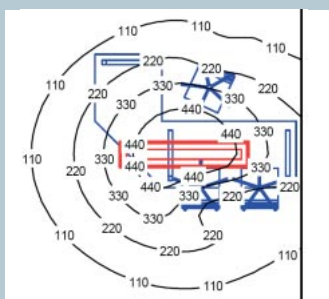
Pièce



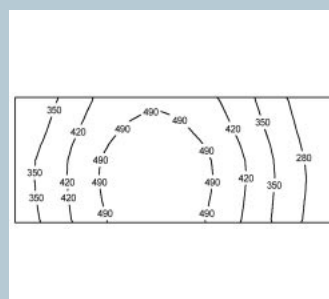
Surface de travail

Facteurs de réflexion  
 Plafond = 70 %  
 Murs = 50 %  
 Sol = 20 %

### Pièce sombre



Pièce



Surface de travail

Facteurs de réflexion  
 Plafond = 30 %  
 Murs = 40 %  
 Sol = 20 %

Pièce

## Aménagement avec des surfaces claires

L'aménagement de la pièce et de ses surfaces a une grande incidence sur l'efficacité de l'installation toute entière. Plus la lumière peut se déployer et se réfléchir sur les surfaces, plus l'éclairage de la surface de travail sera important.

Par conséquent, une pièce aux surfaces claires permet d'utiliser moins de luminaires – en fonction du concept d'éclairage – et parvient à réduire considérablement la consommation électrique. Plus la part indirecte du luminaire est grande, plus il est important d'avoir des surfaces claires.

### Résultats d'une comparaison d'éclairages

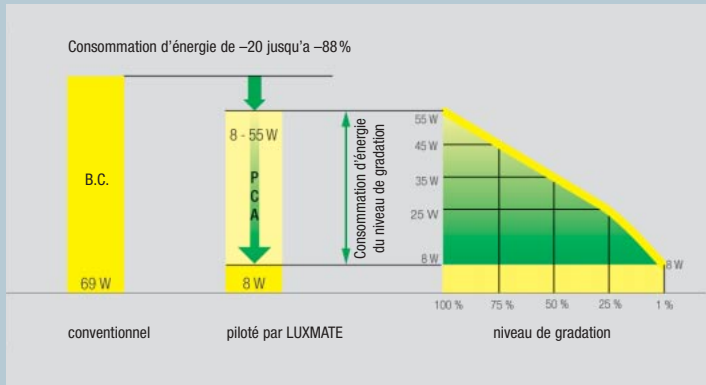
Dans l'exemple représenté ci-dessus, on a utilisé un luminaire suspendu de 2/49 W dont le rendement lumineux est de 86 % (dont 59 % de part indirecte).

Cet exemple simple illustre la différence flagrante entre les deux éclairages. Plus la composante indirecte d'un luminaire est importante, plus l'influence négative de mauvais facteurs de réflexion se fera sentir.

Surface de travail	Éclairage moyen
Pièce claire	512 lx
Pièce sombre	415 lx

# Gestion de l'éclairage Luxmate

## Le principe



En service, les ballasts électroniques consomment près de 20 % moins d'énergie que les systèmes classiques. La régulation de l'intensité lumineuse entraîne une réduction supplémentaire de la consommation d'énergie.

Une régulation en continu en fonction de la lumière du jour augmente le confort de l'utilisateur et permet en plus de faire de sérieuses économies d'énergie. Des années d'expérience et l'analyse de nombreuses installations réalisées le corroborent.

Lorsque des luminaires à optimisation d'énergie sont complétés avec un système de gestion de l'éclairage, les économies réalisées deviennent spectaculaires. Les investissements supplémentaires que suppose un tel système sont amortis en très peu de temps.

## Gestion de l'éclairage en fonction de la lumière du jour

Un capteur enregistre la lumière du jour entrant dans la pièce et régule progressivement l'éclairage en conséquence. Là où la lumière du jour n'atteint pas les 500 lx requis, l'éclairage artificiel vient apporter automatiquement la part manquante.

Les concepts de gestion de l'éclairage permettent des solutions avec pilotage des stores intégré. Lorsque l'on baisse les stores, le système l'enregistre et augmente automatiquement l'intensité de l'éclairage artificiel.

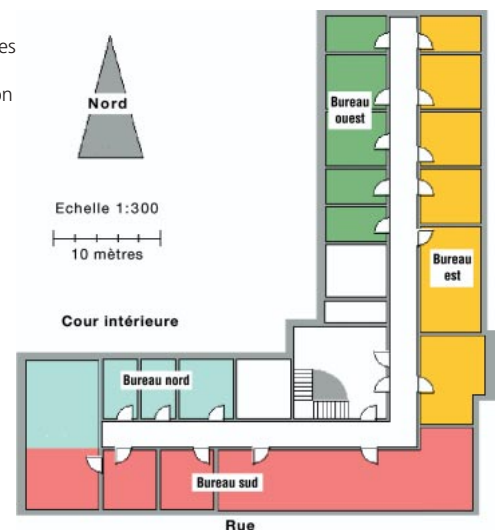
Le choix du vitrage est un facteur important. Un degré de transmission élevé (verre transparent) laisse facilement passer la lumière du jour, réduisant de ce fait le besoin en éclairage artificiel, tandis qu'un faible degré de transmission (verre sombre, teinté) obscurcit la pièce, exige plus d'éclairage artificiel et augmente ainsi la consommation électrique.

### Exemple pratique de commande à lumière du jour (rénovation)

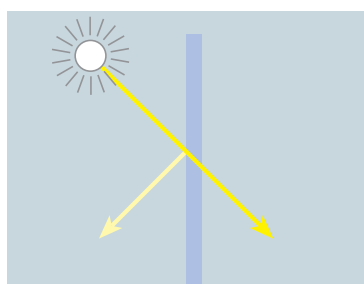
Économies d'énergie réalisées grâce à une commande à lumière du jour (comparaison avec l'ancienne installation, mesures de contrôle effectuées par ewz Zurich):

	Été	Hiver
Est	79 %	48 %
Ouest	pas de mesure	
Nord	69 %	48 %
Sud	74 %	25 %

Au total, ce système économise 75 % d'énergie en été et 25 % en hiver.



Le système de gestion de l'éclairage dose automatiquement l'éclairage artificiel en fonction de l'apport en lumière naturelle.



Le verre transparent réduit les besoins en éclairage artificiel.

# Lampadaires

Les lampadaires sont très en vogue. Non sans raison, vu qu'ils offrent l'énorme avantage de s'adapter en souplesse à toutes les restructurations des espaces. Ici, tout comme pour les systèmes fixes, le rendement est un critère important.

Si nous considérons uniquement le produit, un rendement élevé signifie que le rapport entre l'énergie consommée et la quantité de lumière fournie est optimal. Mais il y a encore d'autres aspects à prendre en considération, comme la protection contre l'éblouissement pour éviter des reflets gênants au poste de travail ou le rapport entre les composantes directe et indirecte de la lumière par exemple. Car plus la part de lumière directe est importante, plus l'éclairage du plan de travail est efficace.

Une autre approche est de considérer le local. Selon le type de luminaire choisi, il est possible de réduire le nombre de luminaires nécessaires et donc de réaliser de sensibles économies en termes d'investissement et de consommation électrique! Une implantation bien étudiée et le choix du bon type de luminaire jouent ici un rôle essentiel.

La position idéale du lampadaire est sur le côté du poste de travail, généralement à gauche (pour les droitiers). Une lumière latérale réduit le risque d'éblouissement indirect. Les luminaires à répartition asymétrique assurent une distribution optimale de la lumière sur toute la surface de travail et la dirigent exactement là où elle est demandée.

Lampadaires

## Light Fields – la solution adaptée



Voici quelques exemples pratiques

(hauteur sous plafond: 2,80 m, plafond blanc, table de 2 x 1 m)

Luminaire:	Light Fields-S
Lampes:	3 x 40 W PL (10.500 lm)
Rendement:	90 %
Réglage:	réglage à luminosité constante et détecteur de présence
Composante directe:	13 %
Puissance totale max.:	123 W
Consommation en stand-by:	0,2 W

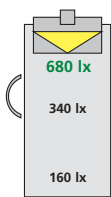
Selon la disposition et le groupement des postes de travail, un lampadaire asymétrique à optique MPO permet de réduire sensiblement le nombre de luminaires par rapport aux solutions symétriques classiques avec grilles ou optiques similaires. Résultat: moins de dépenses d'énergie et de frais d'investissements au total.



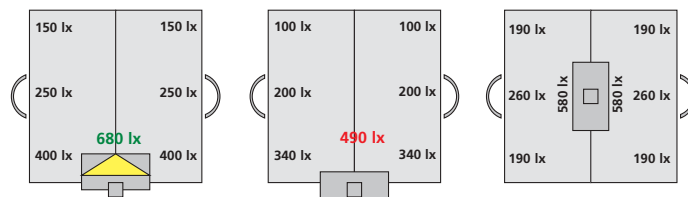
Dans la comparaison avec un système symétrique classique, les différents exemples d'application montrent clairement qu'un luminaire asymétrique comme le Light Fields à optique MPO de grande qualité gagne haut la main, alors qu'il est équipé de lampes plus faibles et présente donc une puissance connectée moindre. Light Fields permet aussi d'éclairer plusieurs postes de travail à la fois, contrairement aux lampadaires symétriques classiques qui atteignent leur limite dès qu'on essaie de les utiliser pour plus d'un poste. Les solutions asymétriques permettent de diminuer le nombre total de luminaires, ce qui réduit nettement les frais d'investissement.

## La disposition correcte

### Poste de travail individuel

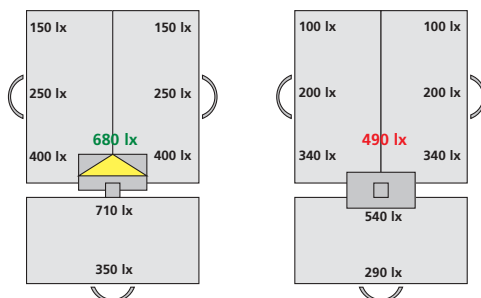


### Poste de travail double



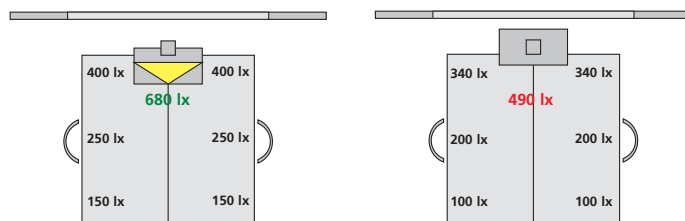
Ne pas utiliser d'optiques à grille – risque d'**éblouissement indirect**

### Poste de travail triple

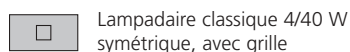


Ne pas utiliser d'optiques à grille – risque d'**éblouissement indirect** au 3<sup>ème</sup> poste de travail

### Positionnement près de la fenêtre



Pour des raisons d'espace ou d'aménagement, les lampadaires sont souvent placés près des fenêtres. Les solutions asymétriques apportent dans ce cas de grands avantages, vu qu'ils projettent la lumière dans la pièce et non inutilement vers la fenêtre.



Exemple pratique (rénovation)

# École «Im Bühl»

**Bâtiment** | école «Im Bühl» aile C, Goldbrunnenstrasse 78, 8055 Zurich

**Maître d'ouvrage** | Amt für Hochbauten, ville de Zurich

**Architectes** | Andreas Galli & Yvonne Rudolf, Zurich

**Conception du système électrique** | Hege AG, Zurich

**Réalisation** | été 2003

**Produit principal** | luminaires encastrés et suspendus Light Fields



Combinaison de luminaires suspendus et encastrés à l'étage supérieur.

Pratique

L'école «Im Bühl» est un bâtiment classé qui date du début du siècle dernier. Lors de sa rénovation, les concepteurs ont opté pour une solution lumière qui s'intègre discrètement sur les côtés des panneaux d'insonorisation. L'éclairage devait respecter les exigences suivantes:

- éclairement utile élevé
- répartition lumineuse homogène
- pas d'éblouissement par des luminaires ou la lumière du jour

C'est le Light Fields qui a été retenu; de forme simple et minimaliste, doté de la nouvelle technologie MPO, il offre un excellent défilement et un maximum d'efficacité. Ce système d'éclairage efficace a même permis d'installer des solutions lumière décoratives avec fentes de lumière et surfaces lumineuses à l'entrée et dans la cages d'escalier, en respectant malgré tout les normes Minergie.



Un minimum d'encastres Light Fields répartis sur deux rangées éclairent les salles de classe de façon optimale et permettent de disposer les bancs de n'importe quelle manière.

Dans la cage d'escalier, des lignes lumineuses remplissent un rôle décoratif. Bien que ce type de luminaire n'affiche pas un rendement élevé, le bilan énergétique total reste néanmoins dans les normes. Des solutions lumière à faible consommation d'énergie n'excluent pas nécessairement les idées créatives!



Pratique

### Coefficients énergétiques de l'éclairage (ensemble du projet):

24 MJ/m<sup>2</sup>a (exigence Minergie = 25 MJ/m<sup>2</sup>a)  
6,7 kWh/m<sup>2</sup>a (exigence Minergie = 6,9 kWh/m<sup>2</sup>a)

Normes Minergie respectées

«Mention honorable» au «Goldener Stecker 2003»

## Exemple pratique (rénovation)

# Renouvellement de l'éclairage selon les critères Minergie

**Bâtiment** | immeuble commercial et administratif  
Limmatplatz, Zurich

**Maître d'ouvrage** | Migros Genossenschaftsbund, Zurich

**Conception du système électrique** | Amstein+Walthert, Zurich

**Réalisation** | printemps 2004

**Produit principal** | lampadaires Lanos,  
downlights PANOS, ZX

Pratique

Dans les zones de circulation, les anciens luminaires équipés de lampes à faible efficacité énergétique ont été remplacés par des downlights modernes à lampes fluocompactes. Les exigences Minergie n'ont pas empêché l'utilisation d'éléments décoratifs, comme les lignes lumineuses près des ascenseurs.



Après quelque vingt années d'exploitation, l'immeuble occupé par «Migros Genossenschaftsbund» depuis 1981 a reçu un nouveau concept technique. Celui-ci prévoyait de modifier les systèmes de chauffage, de ventilation et de refroidissement par des éléments de refroidissement encastrés dans le plafond servant en même temps au chauffage. La façade climatique, n'ayant pas perdu de sa modernité, a été conservée.

Si au début de la rénovation, il n'était pas encore question de Minergie, au fur et à mesure de l'avancement des travaux, ce standard finit par s'imposer. Chose étonnante, le «vieux» bâtiment présentait déjà des valeurs ne dépassant que légèrement les seuils Minergie. Après sa rénovation, les critères Minergie étaient entièrement remplis.

### Grand confort lumineux, utilisation efficace de l'énergie

Un des volets des travaux de rénovation était le renouvellement de l'éclairage. Pour obtenir une solution conforme aux normes Minergie avec un grand confort lumineux et une utilisation efficace de l'énergie, les concepteurs ont misé sur trois facteurs:

- des espaces clairs, pour absorber un minimum de lumière et créer une ambiance lumineuse agréable
- des luminaires et lampes à haute efficacité énergétique
- une gestion de l'éclairage avec commande à lumière du jour et détecteurs de présence

### Des lampadaires innovants dans les bureaux

Une large surface de l'immeuble est occupée par des bureaux. La solution lumière de ces zones est constituée de lampadaires directs-indirects intégrant des capteurs de lumière du jour et des détecteurs de présence. Lorsque le collaborateur est à son poste, le luminaire s'allume et, en fonction de l'apport de lumière naturelle, règle l'intensité sur la valeur de référence conforme à la norme. Lorsque la personne quitte sa place, le luminaire s'éteint automatiquement après un certain délai.



La solution bureaux consiste dans des lampadaires directs-indirects, intégrant des capteurs de lumière du jour et des détecteurs de présence.



Pratique

La courbe de répartition assure l'absence d'éblouissement à toutes les positions et réduit les reflets sur les surfaces lisses. Ce système s'adapte ainsi très facilement à toute modification dans l'agencement des bureaux. La composante indirecte des luminaires est réfléchiée dans la pièce par les panneaux de climatisation clairs du plafond et cette lumière douce contribue à créer une atmosphère agréable. L'utilisateur a la possibilité d'intervenir sur toutes les fonctions automatiques et de créer ainsi sa propre ambiance lumineuse, ce qui augmente largement l'acceptance du système.

Dans l'immeuble du Limmatplatz, l'éclairage des postes de travail a bénéficié d'une attention spéciale, mais l'aspect décoratif n'en a pas été négligé pour autant. Dans les zones de circulation, les anciens luminaires équipés de lampes à faible efficacité énergétique ont été remplacés par des downlights modernes à lampes fluocompactes.

#### Concept flexible, entretien facile

Le concept d'éclairage réalisé dans les bureaux se caractérise par une grande flexibilité. Il offre en outre une grande facilité d'entretien et de remplacement des lampes. Mais l'essentiel est que les collaborateurs apprécient l'ambiance sympathique et les excellentes conditions d'éclairage à leur poste de travail.

#### Coefficients énergétiques de l'éclairage (ensemble du projet):

27 MJ/m<sup>2</sup>a (exigence Minergie = 35 MJ/m<sup>2</sup>a)  
8 kWh/m<sup>2</sup>a (exigence Minergie = 9 kWh/m<sup>2</sup>a)

Normes Minergie respectées

Exemple pratique (rénovation et construction nouvelle)

# Moins de puissance connectée, plus de lumière

**Bâtiment** | Zehnder Group Produktion Gränichen AG

**Maître d'ouvrage** | Zehnder Group Produktion AG, Gränichen

**Conception du système électrique** | IBAarau Elektro AG, Aarau

**Réalisation** | 2004

**Produit principal** | luminaires I/D suspendus Claris,  
système de chemin lumineux Tecton,  
gestion de l'éclairage Luxmate

Pratique

Dans la halle de production de l'usine 2, la mise en place d'un système de chemin lumineux moderne piloté par une gestion de l'éclairage a permis de réduire d'un tiers la puissance connectée tout en doublant l'éclairage.



Le groupe Zehnder, spécialiste en systèmes de chauffage et de ventilation innovants, était une des premières entreprises à s'engager dans l'action Minergie. Rien de plus naturel donc que de réaliser les critères Minergie dans ses propres bâtiments, nouveaux et anciens.

## Solution lumière haut de gamme

Lorsqu'au site de Gränichen, il a fallu emménager dans un nouveau bâtiment de bureau, les responsables ont opté pour une solution lumière haut de gamme avec un luminaire suspendu à répartition directe/indirecte qui offrait les meilleures chances de remplir les critères Minergie. La composante indirecte éclaire le plafond des bureaux et crée une ambiance lumineuse homogène et agréable. Une grille spéciale assure le défilement conforme aux normes et offre ainsi des conditions de travail idéales, également aux postes informatisés.

Dans un premier temps, les concepteurs avaient proposé des ballasts réglables et une gestion de l'éclairage. Comme le budget alloué au projet ne permettait pas cette solution, on envisagea une variante sans pilotage, avec B.E. Le concepteur électricien, cherchant à solutionner le problème, se déclara prêt à fournir des ballasts réglables sans supplé-

ment de prix, ce qui permettrait d'installer une gestion de l'éclairage par la suite. C'était la bonne décision, comme la suite l'a prouvé.

## Investissement rentable

Après avoir étudié le relevé de la consommation énergétique d'une année et compris qu'avec une commande à lumière du jour, il était possible d'économiser pas mal d'énergie, les responsables ont décidé d'installer après coup un système de gestion de l'éclairage intégrant également le pilotage des stores. Selon les calculs, la consommation électrique devait chuter de 50 %, ce qui en argent signifierait une économie de CHF 15'000,-/an. Après une année de fonctionnement, à la surprise de tous, les économies réalisées grâce à la commande à lumière du jour dépassait de loin les chiffres pronostiqués. Ils sont de l'ordre de CHF 30'000,-/an, ce qui, avec un investissement de CHF 10'000,- dans la gestion de l'éclairage, constitue un rendement financier appréciable. Et rappelons que l'excellente qualité d'éclairage des postes de travail a été maintenue.



Pratique

La composante indirecte de l'éclairage de bureau éclaire le plafond et crée une ambiance lumineuse homogène et agréable.

Les avantages apportés par l'installation d'éclairage commandée en fonction de la lumière du jour dans le nouveau bâtiment de bureaux ont incité les responsables à installer ce système également dans un bâtiment de production, dont l'éclairage devait être renouvelé.

L'installation existante était désuète et fournissait une lumière trop faible et non exempte d'éblouissement, alors que l'essentiel du travail effectué était manuel. La mise en place d'un système de chemin lumineux moderne piloté par une gestion de l'éclairage basée sur DALI a permis de réduire d'un tiers la puissance connectée tout en doublant l'éclairage des postes de travail. Chaque luminaire peut être allumé, éteint et réglé individuellement ou par groupes, ce qui fait que l'éclairage peut s'adapter sans grands travaux d'installation à d'éventuelles restructurations de la salle.

La commande à lumière du jour régule l'éclairage artificiel en fonction de l'apport en lumière naturelle et veille ainsi à une utilisation rationnelle de l'énergie. Ici, les critères Minergie – confort d'éclairage et économie d'énergie – sont parfaitement remplis.

#### Coefficients énergétiques de l'éclairage (usine 2 / production de panneaux chauffants):

66 MJ/m<sup>2</sup>a      (exigence Minergie = 83 MJ/m<sup>2</sup>a)  
18,3 kWh/m<sup>2</sup>a      (exigence Minergie = 23,1 kWh/m<sup>2</sup>a)

Normes Minergie respectées

Exemple pratique (construction nouvelle)

# Lumière du jour bien exploitée

**Bâtiment** | agrandissement du complexe scolaire Bünzmatt, Wohlen

**Maître d'ouvrage** | commune d'habitants de Wohlen

**Conception du système électrique** | Melliger Partner Elektroengineering GmbH

**Réalisation** | 2004

**Produit principal** | luminaires apparents et suspendus Light Fields, downlights Panos

Pratique

Les projets réalisés selon les critères Minergie offrent une marge d'action suffisamment large pour permettre un éclairage décoratif, comme c'est le cas ici avec un éclairage en corniche et des downlights à l'entrée.



À la rentrée 2004, les professeurs et élèves de l'école Bünzmatt emménageaient dans un nouveau bâtiment construit dans le cadre de l'agrandissement du complexe scolaire existant. Il s'agissait d'une construction en béton moderne et fonctionnelle, exploitant à fond la lumière du jour. L'installation d'éclairage, réalisée selon les critères Minergie, s'est dès lors orientée sur la lumière naturelle.

## Minergie comme impératif

Une des principales exigences des maîtres d'ouvrage était de baser l'éclairage sur les critères Minergie. Ils voulaient un éclairage très confortable, mais également esthétique qui utilise efficacement l'énergie. Ils désiraient en même temps limiter la variété des luminaires et les voir équipés de lampes à faible consommation d'énergie, ce qui permettrait d'obtenir un système d'aspect homogène avec des coûts de fonctionnement et d'entretien relativement faibles.

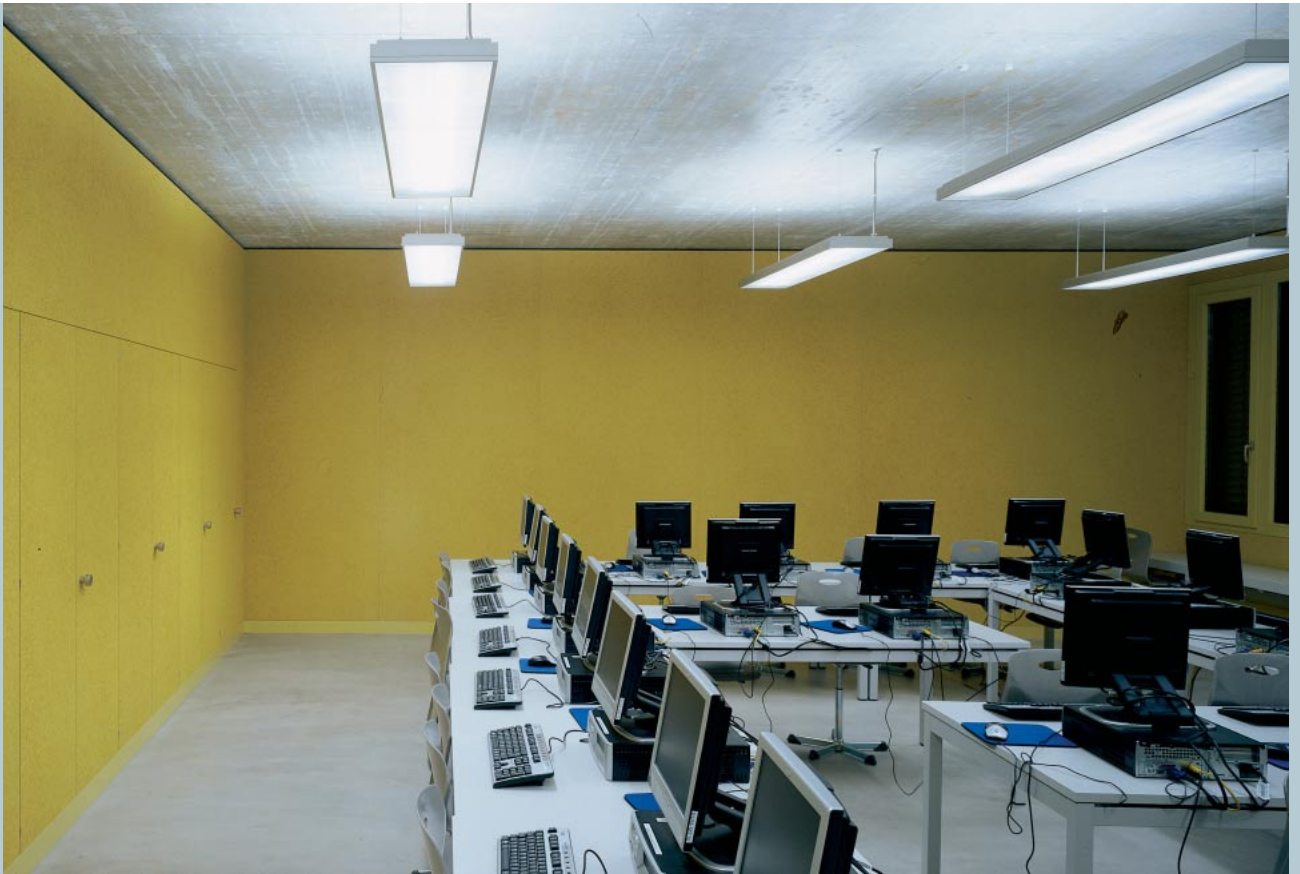
## Rendement élevé

Les surfaces majoritairement grises du nouveau bâtiment présentent un facteur de réflexion nettement inférieur aux surfaces blanches. C'est pourquoi les concepteurs ont choisi des systèmes d'éclairage à haut rendement, ce qui permettait de réduire la puissance totale et le nombre de

luminaires. Pour les salles de classe, ils ont choisi un luminaire suspendu à optique microprismatique et répartition directe-indirecte, tandis qu'ils ont équipé les salles destinées aux cours de cuisine d'un luminaire apparent de même design, mais facile à nettoyer. Pour les zones de circulation, ils ont prévu des downlights encastrés dans les plafonds en béton.

## Gestion professionnelle de l'éclairage

Dans les nouveaux bâtiments de l'école Bünzmatt, les grandes surfaces vitrées laissent abondamment entrer la lumière du jour. Dans ce contexte, un système efficace conforme aux normes Minergie impliquait un éclairage artificiel servant uniquement de complément à la lumière naturelle. La solution a été fournie par une gestion de l'éclairage avec commande à lumière du jour et détecteurs de présence. Des capteurs installés au plafond enregistrent l'apport de lumière naturelle ainsi que les déplacements dans la pièce et en fonction de cela, ils allument l'éclairage local dans les salles de cours et salles de détente et l'éclairage d'étage dans les zones de circulation.



Grâce à leur distribution photométrique exempte d'éblouissement, les luminaires à optique micro-prismatique conviennent aussi bien dans les salles de cours normales et les zones de détente que dans les salles de cours informatiques. Vu le facteur de réflexion relativement médiocre du plafond en béton, l'excellent rendement du luminaire constituait un atout sérieux.

### L'optique microprismatique offre une grande flexibilité d'emploi

Les luminaires à optique microprismatique utilisés dans ce projet offrent non seulement un rendement élevé de 86 %, mais également une grande flexibilité d'emploi. Grâce à leur distribution photométrique spéciale limitant l'éblouissement, ils conviennent tant pour les salles de cours normales et zones de détente que pour les salles de cours informatiques ou les cuisines par exemple. Leur construction bien étudié et les surfaces lisses facilitent le nettoyage et simplifient le remplacement des lampes. Au total, ils se sont avérés être des luminaires Minergie idéaux qui en raison de leur degré d'acceptance élevé, constituent une solution parfaite pour les écoles.

### Coefficients énergétiques de l'éclairage (École Bünz matt 3):

26 MJ/m<sup>2</sup>a (exigence Minergie = 27 MJ/m<sup>2</sup>a)  
8,2 kWh/m<sup>2</sup>a (exigence Minergie = 8,2 kWh/m<sup>2</sup>a)

Normes Minergie respectées

# Une bonne étude de l'éclairage - digression sur la nouvelle norme EN 12464-1

La norme européenne EN 12464 «Éclairage des lieux de travail intérieurs» est valable en Suisse et applicable dans les mêmes termes depuis le printemps 2003 dans tous les pays membres de la Commission de normalisation européenne; elle remplace toutes les normes de même contenu valables jusqu'alors. Cette norme définit les principaux critères de qualité d'un éclairage adapté aux tâches visuelles. Un tableau très complet indique les valeurs limites pour l'éclairage à maintenir, la limitation de l'éblouissement direct et le rendu des couleurs.

Nous résumons ici ses principales lignes.

Éclairage conforme à EN 12464-1 avec un concept Task Area réalisé avec des cluster Light Fields.

## Zone de la tâche visuelle

→ au lieu de l'éclairage de la pièce

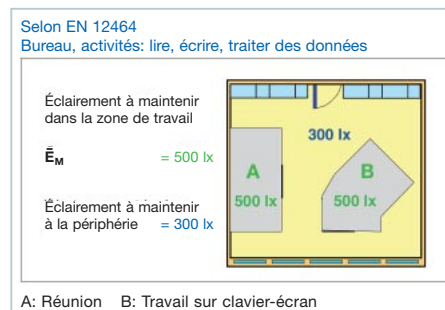
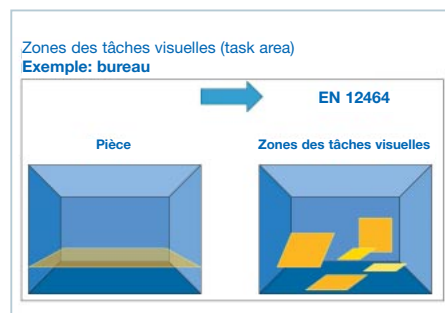
Cette zone peut être horizontale, verticale ou inclinée. Ceci signifie que l'éclairage s'installe là où il est nécessaire à l'accomplissement de la tâche visuelle – ce qui du point de vue optique est tout à fait correct.

## Zone de travail

= zone dans laquelle les tâches visuelles sont effectuées.

## Zone périphérique

= le restant de la pièce. L'éclairage peut y être inférieur à celui de la zone de la tâche visuelle.





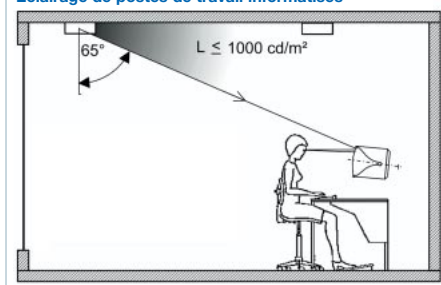
#### Éblouissement indirect sur l'écran informatique:

$\leq 1000 \text{ cd/m}^2$

→ au lieu du strict seuil de luminance de  $200 \text{ cd/m}^2$  pour les postes de travail à clavier-écran

Pour les écrans informatiques généralement utilisés maintenant, la luminance moyenne sur tout le pourtour du luminaire ne doit pas dépasser  $1000 \text{ cd/m}^2$  à partir d'un angle d'émission de  $65^\circ$ .

Éclairage de postes de travail informatisés



#### Distribution des luminances et facteurs de réflexion

Pour obtenir une distribution harmonieuse des luminances, les facteurs de réflexion suivants ne devraient pas être dépassés.

Plafonds	0,6 à 0,9
Murs	0,3 à 0,8
Surfaces de travail	0,2 à 0,6
Sols	0,1 à 0,5

### Limitation de l'éblouissement direct d'après le procédé UGR

→ au lieu de la méthode des abaques de Bodmann et Söllner

UGR est l'acronyme de Unified Glare Rating et décrit une méthode généralisée d'évaluation de l'éblouissement direct. Celle-ci calcule l'indice d'éblouissement, dont le seuil  $UGR_L$  indiqué sur le tableau ne peut pas être dépassé pour l'application en question.

L'UGR évalue l'installation d'éclairage. La sensation d'éblouissement produite par tous les luminaires se trouvant dans le champ visuel est appréciée par rapport à la luminance du fond.

Les salles claires et les luminaires à composante directe importante sont évaluées positivement.

- La méthode des tableaux UGR indique les valeurs UGR de chaque luminaire dans les locaux de référence définis.
- Le catalogue Zumtobel Staff indique les valeurs de référence UGR à titre de comparaison entre luminaires.

#### Procédé UGR

The diagram shows the UGR formula:  $UGR = 8 \log_{10} \left( \frac{0,25}{L_b} \sum p^2 L_{p,q}^2 \right)$ . It also includes labels for 'Indice d'éblouissement', 'Luminance du fond', and 'Sensation d'éblouissement sommaire'. The photograph shows a person working at a desk in a brightly lit office environment.

Tableau:  $UGR_L$ : seuils selon EN 12464

≤ 16	Dessin technique
≤ 19	Écrire, lire, formations, réunions, travail sur clavier-écran
≤ 22	Industrie et artisanat
≤ 25	Travaux grossiers dans l'industrie
≤ 28	Quais, halles

Concept d'éclairage Task Area réalisé avec des vélums lumineux LDS.

### Éclairage à maintenir

→ au lieu de l'éclairage nominal

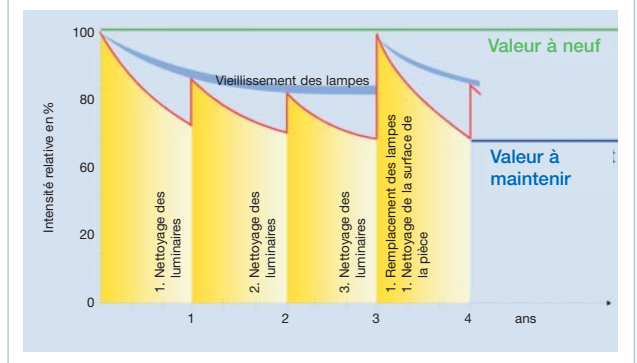
Valeur minimale de l'éclairage dans la zone de la tâche visuelle. Cette valeur sert au contrôle et doit toujours être respectée.

Le facteur de maintenance décrit le rapport entre la valeur à maintenir et la valeur à neuf.

$$FM = \frac{\text{Valeur à maintenir}}{\text{Valeur à neuf}}$$

Les nouvelles technologies, comme Litenet développé par Zumtobel Staff, aident à respecter l'éclairage à maintenir grâce à un ballast qui, durant des années, ajuste en continu la puissance de la lampe afin de compenser les effets de l'encrassement. Avec comme résultat un éclairage toujours constant et une consommation électrique réduite!

#### Comportement du flux lumineux en fonction de la maintenance





### Facteur de maintenance FM:

→ au lieu du facteur de dépréciation utilisé jusqu'à présent

L'installation d'éclairage devrait être conçue avec un facteur de maintenance tenant compte de tous les paramètres d'influence. Le facteur de maintenance dépend des caractéristiques de vieillissement de la lampe et des ballasts, du luminaire, de l'environnement et du programme de maintenance.

Le concepteur doit:

- 1) indiquer le facteur de maintenance,
- 2) prescrire en conséquence les équipements d'éclairage,
- 3) élaborer un plan de maintenance complet.

Le ZS Product Explorer comporte un programme d'élaboration d'un plan de maintenance.

Lorsque les données ne sont pas disponibles pour l'étude d'une installation d'éclairage, les valeurs de référence suivantes sont applicables:

- 0,67 pour des pièces normales
- 0,50 pour des pièces fortement encrassées

### Facteur de maintenance

- **FM = FMFL x FSL x FML x FMP**

- **FMFL:** facteur de maintenance du flux lumineux
- **FSL:** facteur de survie des lampes
- **FML:** facteur de maintenance des luminaires
- **FMP:** facteur de maintenance de la pièce

dépendant de l'encrassement de la pièce, des intervalles de nettoyage et de remplacement.

Les valeurs de référence sont basées sur une période de maintenance de 3 ans et sur l'utilisation des techniques de lampe de pointe. Les facteurs de maintenance peuvent être calculés individuellement. La publication CIE 97 «Maintenance of indoor electric lighting systems» comporte des tableaux à ce sujet.

**Adresses des bureaux de vente  
Zumtobel Staff**

[www.zumtobelstaf.ch](http://www.zumtobelstaf.ch)  
[info@zumtobelstaff.ch](mailto:info@zumtobelstaff.ch)

Zumtobel Staff AG  
Thurgauerstrasse 39  
8050 Zurich  
044 305 35 35

Zumtobel Staff AG  
Dornacherstrasse 210 / Postfach  
4002 Bâle  
061 338 91 20

Zumtobel Staff AG  
Bolligenstrasse 52  
3006 Berne  
031 335 29 29

Zumtobel Staff SA  
Chemin du Château-Bloch 10  
1219 Le Lignon (Genève)  
022 970 06 95

Zumtobel Staff AG  
Zürichstrasse 44  
6004 Lucerne  
041 410 14 10

Zumtobel Staff SA  
Via delle scuole 28 / C.P. 117  
6963 Pregassona (Lugano)  
091 942 61 51

Zumtobel Staff SA  
Ch. Des Fayards 2 / Z.I. Ouest B  
1032 Romanel-sur-Lausanne  
021 648 13 31

Zumtobel Staff AG  
Fürstenlandstrasse 107  
9014 St.Gallen  
071 278 80 40

Zumtobel Staff SA  
Rue du Puits-Godet 8a  
2000 Neuchâtel  
032 861 11 35

**Les services spécialisés****MINERGIE**

Hotline 0800 678 880

Agence MINERGIE  
Steinerstrasse 37  
3000 Berne 16  
031 350 40 60  
[www.minergie.ch](http://www.minergie.ch)

Agence suisse pour l'efficacité énergétique S.A.F.E.  
Lindenhofstrasse 15  
8001 Zurich  
01 362 92 31  
[www.energieeffizienz.ch](http://www.energieeffizienz.ch)

e-team GmbH  
Schaffhauserstrasse 34  
8006 Zurich  
01 273 08 62  
[stefan.gasser@eteam.ch](mailto:stefan.gasser@eteam.ch)