

Article

« Problèmes posés dans l'entreprise par l'éclairage des locaux »

Pierrette Sartin

Relations industrielles / Industrial Relations, vol. 26, n° 4, 1971, p. 951-969.

Pour citer cet article, utiliser l'information suivante :

URI: <http://id.erudit.org/iderudit/028274ar>

DOI: 10.7202/028274ar

Note : les règles d'écriture des références bibliographiques peuvent varier selon les différents domaines du savoir.

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter à l'URI <https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/>

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche. Érudit offre des services d'édition numérique de documents scientifiques depuis 1998.

Pour communiquer avec les responsables d'Érudit : info@erudit.org

Problèmes posés dans l'entreprise par l'éclairage des locaux

Pierrette Sartin

L'auteur établit l'importance de l'éclairage dans la production, définit la lumière du jour comme l'idéal à atteindre et admet la nécessité de recourir aux installations artificielles pour lesquelles elle établit un certain nombre de facteurs à prendre en considération.

Quarante pour cent de nos perceptions nous viennent de la vue et celle-ci dépend de la lumière qui vient impressionner notre rétine. S'il est important dans la vie courante de mettre l'oeil dans les conditions les meilleures pour qu'il puisse remplir sa fonction avec le maximum d'efficacité et le minimum de fatigue, dans la vie professionnelle un tel souci doit être plus important encore.

Un mauvais éclairage en effet doit être compensé par un effort des muscles oculaires qui devient vite fatigant. Ces efforts supplémentaires obligent en outre à apporter à la tâche une attention plus grande et pour cette raison engendrent une tension nerveuse soutenue qui en augmente la charge.

Cette tension est encore plus importante quand il s'agit d'exécuter des travaux fins ou encore des travaux qui demandent à la fois une grande dépense visuelle et une activité manuelle comme c'est le cas par exemple dans de nombreux montages électriques ou électroniques ou dans la petite mécanique.

Avant d'aller plus loin il est nécessaire de rappeler quelques définitions qui seront utiles à ceux qui ne sont pas des spécialistes de l'éclairage.

SARTIN, P., Administrateur civil, Ministère de l'industrie, Paris, Professeur invité, Département des relations industrielles, Université Laval.

Quelques définitions

La lumière se compose de radiations simples dont les longueurs d'onde sont comprises entre 3800 et 7600 Angstrom (symbole A) qui correspondent en gros aux limites de sensibilité de l'oeil normal.

À partir de 7600 A on va vers les infra-rouges qui s'étendent sur 9 octaves jusqu'à 4 000 000 d'A.

En dessous de 3 800 jusqu'à 1 000 A soit sur 5 octaves environ, on va vers les ultraviolets dont les longueurs d'onde sont inférieures à celles de la lumière.

Infrarouges et ultraviolets ne sont pas perçus par l'oeil.

Pour mesurer le flux lumineux perçu par l'oeil, les principales unités utilisées sont :

LE CANDELA (CD) qui a remplacé depuis 1948, à la suite de la recommandation de la commission internationale des poids, la bougie qui représentait la même unité.

Le candela est la 60ème partie de l'intensité en direction normale, de I cm² de corps noir à la température de solidification du platine.

LE NITS (NT) valeur des luminances par M².

LE STILB (SB) ou candela par CM².

LE LUMEN (LM) qui correspond au flux émis dans un angle solide de I stéradian par une source ayant, dans toutes les directions utiles une unité de I candela.

LE LUX (LX) qui correspond à l'éclairement d'une surface recevant sur I cm² un lumen uniformément réparti.

LE PHOT (PH) est l'éclairement d'une surface recevant I lumen par Cm².

Enfin, signalons *LE BLONDEL* unité lumineuse qui vaut $\frac{I}{\pi}$

Ceci posé, il est facile de constater que l'acuité visuelle, c'est-à-dire le temps qui est nécessaire à la perception d'un objet croît avec l'éclairement.

Cette perception, rendue plus facile et plus rapide se traduit par une diminution des temps de réaction manuelle et par une augmentation de la quantité de travail produit, de même que par une diminution appréciable du nombre des rebuts et des malfaçons.

L'oeil qui voit mieux décèlera mieux les défauts.

Dans le textile, par exemple, la perception des défauts entre un bon éclairage et un mauvais s'établira de 1 à 9.

De même en multipliant par 6 ou par 10 l'intensité de l'éclairage on a constaté qu'on pouvait réduire de 0,8 à 0,1 le temps de perception d'un objet. Ce gain varie évidemment avec le travail effectué. Mais on voit combien il est important dans les travaux fins. Dans ceux qui font surtout appel au travail de l'oeil, il peut atteindre 80%.

Mais si un bon éclairage augmente l'acuité visuelle et permet de travailler plus vite et d'une manière plus précise, on aurait tort cependant de penser que le fait qu'un objet donné peut être ou non perçu par l'oeil dépend seulement de cette acuité et qu'il suffit d'augmenter la puissance de la lumière pour obtenir un éclairage satisfaisant du poste de travail.

La rapidité de la perception dépend de multiples facteurs

En effet, la rapidité de la perception dépend de bien d'autres facteurs et notamment :

de l'angle sous lequel l'objet est vu ; de la luminosité de l'environnement ; du contraste entre l'objet et cet environnement ; et enfin, du temps accordé à l'opérateur.

Plus le temps d'observation sera long, mieux les objets seront perçus et plus il sera facile de percevoir des objets de faibles dimensions.

Et ceci va se révéler très important dans tous les postes de contrôle.

On voit donc que *la nature de la tâche, la vitesse à laquelle elle devra être exécutée, la précision des gestes qu'elle exigera de l'opérateur et aussi sa durée*, seront autant d'éléments dont on devra tenir compte quand il s'agira d'examiner dans une entreprise les problèmes de l'éclairage.

Ceux-ci ne seront pas les mêmes pour toutes les entreprises ni dans une entreprise pour tous les ateliers ni même dans tous les ateliers pour tous les postes de travail.

Les niveaux d'éclairage, la disposition des appareils varieront selon qu'il s'agit d'une fonderie ou d'un atelier de couture, d'un atelier ou d'un bureau, des escaliers, des couloirs ou des zones extérieures.

Il n'est pas nécessaire d'être un spécialiste pour comprendre cela et dans la pratique ces différences dans l'intensité de l'éclairage existent bien. Mais le plus souvent elles ont été faites au hasard et avec le désir de réaliser des économies. Le malheur étant que trop souvent on ait économisé sur la consultation d'un bon spécialiste et réalisé de façon empirique et coûteuse les installations électriques. Les économies mal comprises sont en général fort dispendieuses. Et très souvent on peut constater que les ateliers sont insuffisamment éclairés, les escaliers et les couloirs plus mal encore, tandis que de nombreux bureaux le sont trop.

L'acuité visuelle diminue avec l'âge

Ajoutons que l'acuité visuelle dont dépend la vision rapide et complète des objets diminue avec l'âge et que, pour certains travaux très fins, cette chute est sensible avant la trentaine. Elle s'accélère ensuite et faiblit par palier. Des constatations médicales nombreuses ont en effet mis en évidence que, dans des situations analogues, il y avait une différence sensible entre l'acuité moyenne d'un sujet âgé de dix ans et celle d'un autre sujet âgé de trente ans. Cette perte d'acuité qui est différente de la presbytie ne peut pas être compensée par des verres correctifs ; mais elle peut, dans certaines limites, être combattue par un éclairage plus intense.

Qu'est-ce qu'un bon éclairage ?

Avant d'aller plus loin, essayons de voir ce qu'est un « bon » éclairage et à quelles qualités il doit répondre pour mériter ce titre.

L'éclairage d'une surface, en l'occurrence celui d'un poste de travail, dépend de la densité du flux lumineux qu'elle reçoit. Il s'exprime en lumens et se mesure en lux, au moyen de luxmètres, c'est-à-dire d'appareils qui donnent directement les valeurs d'éclairage d'un lieu quelconque.

Quelques chiffres d'éclairage donneront empiriquement une idée du nombre de lux que l'on rencontre dans la vie courante.

Ciel nocturne	0,0003 lux
Pleine lune par temps clair	0,2 lux
Éclairage artificiel extérieur	quelques dizaines de lux
Éclairage artificiel intérieur	quelques centaines de lux
Éclairage naturel extérieur à l'ombre	10.000 lux à 20.000 lux
Éclairage naturel au soleil	80.000 lux à 100.000 lux

L'éclairage naturel

Sans insister sur ce sujet, il est bon de souligner cependant que chaque fois que cela est possible il faut s'efforcer d'éclairer les postes de travail à la lumière naturelle et parmi ceux-ci ceux qui demandent la plus grande dépense visuelle.

Il en résultera d'abord une économie importante pour l'entreprise. L'éclairage de certaines pièces à la lumière naturelle peut en effet atteindre de 1500 à 4000 lux.

De plus, la lumière naturelle est un tonifiant du système nerveux et elle exerce une influence salutaire sur plusieurs fonctions de l'organisme en accélérant les échanges organiques.

Sur le plan psychologique son influence est non moins heureuse et l'on sait tous les problèmes qu'ont soulevés avec le personnel les ateliers aveugles.

Or, on a constaté que les postes de travail étaient placés souvent sans tenir compte des exigences visuelles. C'est ainsi que dans beaucoup d'établissements par exemple, les ateliers d'outillage sont installés dans les endroits les plus sombres et éclairés tout le jour à la lumière artificielle, alors qu'il serait facile de les placer différemment.

Dans ce domaine un certain nombre de règles sont à observer. C'est ainsi que dans l'hémisphère nord il faut de préférence installer les postes où l'on exécute un travail délicat au nord, la lumière venant de ce côté étant mieux répartie et plus constante . . . Ce que savent bien les peintres et les sculpteurs dont les ateliers ont rarement une autre exposition.

L'éclairage artificiel

Quand il s'agit d'éclairer une pièce ou un poste de travail en éclairage artificiel, un certain nombre de facteurs sont à considérer.

L'INTENSITÉ DE LA LUMIÈRE

Et tout d'abord, l'intensité de la lumière, c'est-à-dire la quantité de lumière diffusée. Si l'on veut une définition plus scientifique on peut dire que l'intensité est une grandeur qui caractérise le flux lumineux émis dans la direction de l'oeil de l'observateur.

Celle-ci doit être assez forte pour permettre d'éclairer convenablement la surface de travail ; sans l'être trop pour ne pas provoquer l'éblouissement.

Les niveaux d'éclairage dépendent avant tout de la finesse et de la précision du travail à exécuter.

Ils dépendent aussi du contraste avec le milieu et avec les diverses parties du travail. Il sera plus facile de coudre un tissu noir avec un fil blanc qu'avec un fil de même couleur.

Ces niveaux d'éclairage varient avec les différents pays, avec les habitudes et aussi avec le prix de l'énergie. Aux États-Unis, où le courant électrique est bon marché, les niveaux d'éclairage recommandés sont sensiblement plus élevés qu'en Europe et en Amérique du Nord les bureaux et les couloirs des grands établissements sont en général trop éclairés et fatigants pour la vue.

Des études faites par l'Institut de physiologie de Dortmund ainsi que celles faites aux États-Unis ont permis de constater que : le rendement croissait en raison directe de l'éclairage et atteignait une certaine saturation vers 2000 lux ; que le nombre d'erreurs le plus faible se situait aux environs de 1000 lux ; que le maximum de fatigue correspondait à 30 lux et le minimum à 1000 lux.

Dès 1926 d'ailleurs, le Comité anglais de recherches sur la fatigue dans l'industrie, montrait que chez les typographes, la production s'élevait en même temps que l'éclairage jusqu'à un niveau légèrement supérieur à 200 lux. Les différentes expériences révèlent aussi qu'on parvenait, avec un éclairage convenable à augmenter de 10 à 20% la production ; ce qui compensait largement comme nous le verrons le prix de l'installation.

De plus, on a remarqué que chez les typographes, lorsque l'éclairage s'élève de 20 à 250 lux, le pourcentage des erreurs baisse de 1,4 à 0,6% et certains éclairagistes américains ont choisi la typographie manuelle comme industrie test car l'influence du facteur éclairage est particulièrement nette dans ce métier.

Dans les installations de petite et de grosse mécanique la seule installation d'un éclairage moderne a permis des gains de production dépassant 6%. Une enquête faite aux E.U. dans une usine de peignage illustre de façon frappante les résultats obtenus grâce à une meilleure intensité de l'éclairage.

Dans un premier temps, le niveau d'éclairage fut porté de 170 à 340 lux ce qui entraîna une augmentation de la production de 4,6% et une diminution de 24% des rebuts.

Dans un deuxième stade, l'éclairage fut porté à 560 lux. La production augmenta encore de 4,1% et les rebuts baissèrent encore de 10%.

L'éclairage fut alors porté à 750 lux et on constata une nouvelle hausse de 1,8% de la production et une nouvelle baisse des rebuts de l'ordre de 5%.

L'ÉCLAIREMENT DU PLAN DE TRAVAIL

L'éclairage minimum du plan de travail doit être conçu en tenant compte de plusieurs éléments, à savoir : des dimensions apparentes des détails à percevoir ; du contraste apparent existant entre ces détails et leur entourage immédiat ; enfin, de la clarté moyenne de ce plan.

Le tableau I publié en France par l'Institut national de sécurité (note 598 - 51 - 68) donne ces niveaux d'éclairage pour différents genres de travaux. Le tableau II complète le tableau I qui doit se lire en tenant compte du fait que les lettres A B C sont déterminées par les lettres du tableau II.

TABLEAU 1

NIVEAUX D'ÉCLAIREMENT POUR DIFFÉRENTS GENRES DE TRAVAUX

Dimensions apparentes des détails à percevoir	Éclairage minimum du plan de travail (en lux)		
	A	B	C
Minuscule	2.000	7.000	20.000
Très fin	1.000	3.000	10.000
Fin	500	1.500	5.000
Assez fin	200	700	2.000
Moyen	100	300	1.000
Gros	50	150	500

TABLEAU 2
ÉCLAIREMENT MINIMUM DU PLAN DE TRAVAIL

Clarté	Facteur de réflexion moyen	Contraste		
		Élevé	Moyen	Faible
Élevée	Supérieur à 45%	A	A	B
Moyenne	Compris entre 20 et 45%	A	B	B
Faible	Inférieur à 20%	B	C	C

Précisons à titre d'exemple que, considérés sous l'angle de l'éclairage, les *travaux désignés comme "minuscules"* concernent ceux analogues à ceux d'horlogerie, de gravure, la fabrication de petits instruments etc... *Les travaux très fins*, ceux représentés par les travaux d'aiguille, certains travaux de laboratoire, de contrôle mécanique très minutieux, ou encore par le montage des métiers de tissage. Ils demandent généralement en plus de l'éclairage général, des éclairages localisés.

Les travaux fins se distinguent assez mal des très fins. Ils exigent cependant un effort moins soutenu et sont aussi moins faiblement contrastés que les premiers. Mais la limite entre les deux est imprécise. Parmi les travaux fins citons la couture, la lithographie, l'imprimerie, et notamment le travail aux marbres et la mise en page, la petite mécanique, la lecture des cadrans, etc...

Les travaux fins concernent le montage des pièces de moyenne grosseur, le travail sur établi, la rectification des pièces, la conduite des métiers à filer, le bobinage, la couture sur machine, le dessin, la dactylographie, la mécanographie.

Les travaux moyens concernent certains travaux de filature (cardage, battage) la forge, les aciéries, le montage des grosses pièces, et d'une manière générale, tous les travaux de bureau, la lecture le service dans les restaurants ou cafés qui demandent un effort soutenu mais n'exigent pas une grande acuité visuelle dans la perception des détails.

Les travaux grossiers tels que la fabrication des tuiles ou briques, le chargement ou le déchargement, les entrepôts de stockage. Pour ces travaux de même que pour les vestiaires, hangars agricoles, douches et autres, des éclairages de 60 à 150 lux seront généralement suffisants.

Aux Pays bas, on admet que dans les diverses parties d'un local on devrait atteindre les niveaux d'éclairage de la lumière naturelle en plein jour, augmentée de :

- 0,6% pour les travaux grossiers
- 3% pour les travaux fins
- 10% pour les travaux fins
- 15 à 20% pour les travaux très fins.

LA DIFFUSION DE LA LUMIÈRE

Mais la quantité de l'éclairage dispensé n'est qu'un des facteurs à considérer.

Le temps de vision et par conséquent la vitesse d'exécution d'un travail dépendent aussi de la diffusion de la lumière, c'est-à-dire de son uniformité. Ce qui pose le problème des contrastes et des ombres et celui de l'éblouissement. L'éclairage devra donc être étudié en fonction des emplacements de travail. Autant que faire se peut, il faut orienter les surfaces de travail dans le même sens. À l'intérieur d'un atelier ou d'un bureau par exemple, les établis et les tables devront être placés selon un ordre déterminé et non pas laissés au goût de chacun. Cela permet en effet d'étudier et de mettre en place les moyens propres à disposer les sources de lumière de part et d'autre de la zone de travail et non en avant de celle-ci.

LES CONTRASTES

Un bon éclairage doit, le plus souvent comporter des contrastes de luminance¹ encore appelée brillance tout en évitant celles qui sont nocives et qui éblouissent.

Un contraste trop brutal entre l'objet considéré et son entourage engendre la fatigue et à la longue, une réduction de l'acuité oculaire. Obligé à des accommodations rapides et fréquentes, l'oeil se fatigue et il en résulte un accroissement du nombre des erreurs et des accidents.

Il y a donc un degré de contraste convenable à rechercher entre l'éclairage général du local et celui de la zone de travail, afin de faciliter à l'exécutant la vision des formes et la position des objets.

¹ L'INS définit la LUMINANCE comme étant, en un point d'une surface et dans une direction donnée, le quotient de l'intensité lumineuse.

En France, l'Institut national de sécurité recommande d'avoir recours à des éclairages localisés réalisés au moyen de lampes situées à faible distance de la zone éclairée, chaque fois que les éclairagements atteignent ou dépassent 500 lux.

Quand on doit jumeler l'éclairage localisé et l'éclairage général, les niveaux suivants d'éclairage sont recommandés.

<i>Éclairage localisé</i>	<i>Éclairage général</i>
250 lux	50 lux
500 lux	70 lux
1000 lux	100 lux
2000 lux	140 lux
5000 lux	220 lux
10000 lux	300 lux

De son côté, le Centre d'éclairage de la General Electric Company à Nela Park (Ohio) qui étudie l'intensité des différents systèmes d'éclairage estime que le contraste de luminance recommandé est d'environ 1 à 3. La feuille de papier blanc qui se détache sur un bureau de couleur foncée est une source de fatigue pour les employés et elle se traduit en fin de journée par une diminution du rendement.

Ce Centre a observé en outre que lorsque la brillance de l'entourage était la même que celle de l'objet observé, la sensibilité de la vue était meilleure. Ce qui pouvait se mesurer par le nombre de clignement moindre dans ce cas. De plus, la vision est meilleure quand l'entourage de l'objet est plus sombre que l'objet et moins bonne quand l'entourage est plus brillant.

Ces relations prennent leur importance dans une zone de 60 degrés autour de la ligne de vision directe.

Selon la tâche à accomplir on devra donc accentuer ou diminuer le contraste en modifiant le fond sur lequel l'objet se détache.

Le Bureau international du travail a étudié ces problèmes et fixé les rapports maximaux d'intensité :

Entre le travail à exécuter et l'environnement immédiat :	5 à 1
Entre le travail à exécuter et les surfaces plus lointaines :	20 à 1
Entre la source de lumière (ou le ciel) et les surfaces :	40 à 1
Tous les endroits entourant immédiatement le travailleur :	80 à 1

Une lumière bien répartie doit tenir compte de ces données et rechercher les contrastes nécessaires.

Cette bonne répartition de la lumière va dépendre de la disposition des appareils. On considère généralement que pour obtenir une uniformité satisfaisante de l'éclairage, les points les plus éloignés des fenêtres ne devraient pas être éclairés à moins de 80% de ceux qui sont proches de celles-ci. Ou encore que l'éclairage minimum ne devrait pas descendre au-dessous de 70% de l'éclairage moyen.

L'éclairage général est dans de nombreux cas meilleur et moins fatigant que l'éclairage direct du plan de travail.

Mais lorsque cet éclairage général est conçu sur le plan horizontal il est souvent défectueux car la surface de travail peut être située sur un autre plan. De plus, très souvent il accentue trop les contrastes, crée des ombres et oblige l'oeil à des accommodations fréquentes et brutales.

Mais il faut aussi retenir qu'un éclairage intense, même trop violent est en définitive moins gênant que les contrastes qui imposent des accommodations trop répétées.

LE PROBLÈME DES OMBRES

Le problème des ombres dans les ateliers et dans les bureaux est diversement résolu. Lui aussi est fonction du travail à effectuer et des objets à éclairer.

Dans le travail de bureau les ombres empêchent de bien percevoir le travail et l'on a avantage, dans les bureaux de dessin notamment, à rechercher un éclairage indirect ou réalisé à l'aide de sources de grandes dimensions. En revanche dans les ateliers, l'absence d'ombres supprime l'impression de relief et rend le travail plus difficile. L'exécutant a besoin de voir les imperfections d'une pièce, les fils d'un métier à tisser. Dans les vitrines, les ombres sont nécessaires pour contraster avec les objets éclairés que l'on veut mettre en valeur.

Ajoutons que très souvent l'absence complète d'ombres crée un sentiment de malaise et d'étrangeté.

L'ÉBLOUISSEMENT

L'éblouissement est le plus grave de tous les phénomènes affectant la vision.

On peut le définir comme la sensation désagréable provoquée par la présence d'une source lumineuse brillante dans le champ visuel.

L'éblouissement provient soit d'un contraste trop intense entre la source lumineuse et le fond sur lequel elle se détache, soit d'une source lumineuse trop brillante par rapport à sa surface.

La forme, la position de la source lumineuse et son orientation par rapport au champ visuel revêtent une grande importance. C'est ainsi que les lampes fluorescentes qui ont cependant une faible luminance, sont souvent gênantes en raison de leurs grandes dimensions. Aussi ne doivent-elles être utilisées que recouvertes ou tamisées par des plaques qui font écran et de préférence dans les couloirs ou les pièces très hautes.

L'éblouissement dû à la source lumineuse peut être direct ou indirect, c'est-à-dire causé par la source lumineuse elle-même ou provenir de la réflexion sur des surfaces à pouvoir réfléchissant élevé.

Les lampes présentent presque toujours des luminances trop élevées pour la plupart des utilisations. C'est pourquoi la première règle à observer est de les masquer à la vue directe tout au moins sous certains angles et en particulier lorsqu'il suffit de lever les yeux de son travail pour les apercevoir. Il faut alors prévoir des écrans les masquant à la vue.

De même, il faut éviter les réflexions parasites qui se produisent sur des surfaces très brillantes telles qu'une touche de machine à écrire, une glace de bureau par exemple. Il faut éviter l'emploi de surfaces brillantes quand celles-ci ne sont pas indispensables (bois vernis, chromes, etc . . .).

On peut pour masquer celles qui existent et sont gênantes, utiliser des procédés très simples et peu coûteux ; recouvrir par exemple les surfaces de peinture mate et de préférence de couleur claire afin de ne pas porter atteinte à l'éclairage général du local.

En Allemagne, un traitement approprié a permis des améliorations considérables sur les parties mobiles des machines à coudre qui étaient une source de fatigue pour les piqueuses.

L'éblouissement a des conséquences directes sur la production et J. Wetzel cite le cas d'un atelier de mécanique de précision où l'éclairage passant de 50 lux avec éblouissement à 350 lux sans éblouissement, le rendement s'est trouvé augmenté de 17%.

Pour combattre l'éblouissement on peut recourir à deux méthodes : soit masquer la source lumineuse de façon à supprimer l'effet à 30° au moins au dessous de l'horizontale ; soit renvoyer vers le haut le quart au moins de la lumière émise.

Les luminaires qui envoient toute leur lumière vers le bas comme cela arrive si souvent dans les usines ne répondent pas à ces conditions et sont généralement la cause d'une gêne très sensible par éblouissement.

L'éblouissement provoque une sensation de malaise avec vertiges et maux de tête et devient ainsi une source de malfaçons et aussi d'accidents.

Mais il faut noter que cette sensation apparaît avant même que la vision soit perturbée. Lorsqu'il n'y a pas de sensation de malaise on peut négliger l'incidence possible de l'éblouissement sur la vision tout au moins pour les travaux non dangereux.

Pour éviter les contrastes violents entre le champ d'observation et la périphérie il suffit souvent d'élever le niveau de l'éclairage général et d'installer des parois claires.

Enfin, il faut aussi éviter un autre phénomène connu sous le nom de « somnolence visuelle » qui se produit quand la luminance des parties d'un local est trop uniforme. L'expérience montre qu'un éclairage général suffisamment intense associé à un éclairage un peu plus puissant de la zone de travail quand celui-ci est nécessaire donne de bons résultats.

LES SURFACES RÉFLÉCHISSANTES

La couleur et la capacité de réflexion des murs ; du plafond et du plancher ainsi que celle des machines et du matériel déterminent les conditions de luminance et sont très importantes.

Les sources lumineuses, les surfaces polies se réfléchissent en effet sur les murs et les plafonds et sur les machines qui les absorbent plus ou moins bien.

La réflexion sur les murs et les plafonds doit être étudiée de près car elle est une source de grande fatigue.

Une trop grande luminance de ces surfaces peut en outre constituer une source de distractions pour les travailleurs quand ils lèvent les yeux de leur plan de travail qui lui est moins brillant.

D'où non seulement un risque de fatigue, mais un risque d'erreurs et surtout d'accidents dans certaines fabrications.

Le Bureau international du travail a dressé un tableau sommaire des réverbérations recommandées qui doivent être recherchées et que nous donnons ci-dessous :

<i>Surface considérée</i>	<i>Facteur de réverbération</i>
Plafond	80%
Murs	60%
Surface de bureau ou d'établi	35%
Machines et matériels	25 à 30%
Planchers	Pas moins de 15%

A titre d'exemples voici encore quelques valeurs de réflexion et de transmission des matériaux couramment utilisés et telles qu'elles sont données par l'Institut national de sécurité :

Argent	90%
Chrome	64%
Tôle émaillée	75%
Peinture blanche	75 à 85%
Peinture jaune paille	65 à 70%
Peinture bleue ciel	45 à 55%
Verre dépoli	73 à 80%
Verre opalin	0,30 à 0,60%

LES ZONES D'OMBRE ET LEURS DANGERS

Enfin la répartition de l'éclairage doit être conçue de telle façon qu'elle facilite la circulation et les manutentions.

Le problème des zones d'ombre dans les lieux qui ne sont pas directement des lieux de travail passe souvent inaperçu. Cependant, il est très important d'éclairer de façon convenable les escaliers et les sous-sols, de renforcer la lumière à la sortie des bâtiments afin de compenser la vision rendue momentanément imparfaite par le passage d'un lieu bien éclairé à un lieu obscur.

Le passage d'une zone d'ombre à une zone très éclairée exige un temps d'adaptation pendant lequel les risques d'accidents sont accrus et qu'il est facile d'éviter.

L'étude publiée par le National Safety Council à Chicago a montré que l'insuffisance d'éclairage est la cause directe de 5% des accidents et qu'elle intervient dans 20% de tous les accidents qui se produisent.

Les dangers que présentent les vastes zones d'ombre où se trouvent des obstacles fixes et qu'on ne peut déplacer doivent être soulignés. On peut y remédier au moyen d'une signalisation spéciale. Le cas des ombres mouvantes est plus difficile à résoudre mais ne doit pas pour autant être négligé.

L'ENTRETIEN DES INSTALLATIONS

Enfin, il ne suffit pas de procéder, après étude, à l'installation d'un éclairage convenable. Pour que celui-ci continue à jouer son rôle, il doit encore être constamment entretenu et vérifié. Les lampes s'encrassent, la poussière se dépose sur les appareils et sur les murs des locaux et l'intensité lumineuse diminue sans qu'on s'en aperçoive.

La Société des éclairagistes a évalué les pourcentages d'absorption mensuelle de la lumière par type de travail et le tableau qu'elle a publié devrait convaincre de la nécessité d'entretenir convenablement les installations si l'on ne veut pas perdre tout le bénéfice des améliorations apportées à celles-ci.

Ces pourcentages d'absorption mensuelle de la lumière sont :

Travail propre en air propre	2%
Fumées et poussières légères	4%
Atelier normal	6%
Fumées et poussières lourdes	8%
Fonderie et atelier de sondage	12%
Locaux très sales	16%

Il arrive, lorsqu'on établit un projet d'éclairage que l'on multiplie le nombre ou la puissance des foyers lumineux. Ce qui revient à augmenter le prix de l'installation et de la consommation électrique dans des proportions très importantes. Le nettoyage périodique des murs, des parois réfléchissantes des lampes sont beaucoup plus économiques.

En France, l'Institut national de sécurité a chiffré les pertes dues au mauvais entretien des installations dans les établissements industriels (note CDV 528-93).

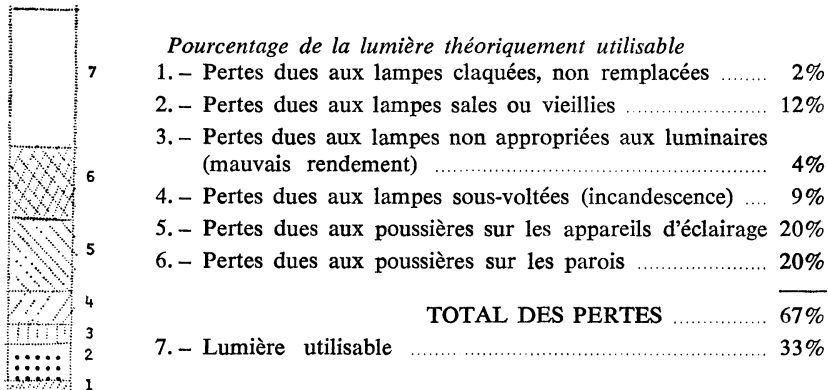
TABLEAU 3

EMPOUSSIÉRAGE MOYEN DE TROIS EN TROIS MOIS PAR TYPE D'INDUSTRIE

Nature de l'industrie	Pertes dues à l'empoussiérage après			Cause de l'empoussiérage
	3 mois	6 mois	9 mois	
Fabrique de pneus d'automobiles	45%	60%	plus de 60%	Couche grasseuse de poudre de caoutchouc
Atelier de construction mécanique (acier)	12%	18%	22%	Atmosphère à faible teneur d'huile
Filature de coton	12%	20%	25%	Déchets de coton
Tissage	20%	28%	33%	Fibres textiles
Salle de dessin	17%	20%	22%	Atmosphère à faible teneur d'huile
Bureau	15%	20%	23%	Dépôt poussiéreux

FIGURE I

UN BILAN QUI SE VOIT TROP FRÉQUEMMENT DANS LES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES



Des gains plus importants que les dépenses

Il est souvent facile et peu coûteux d'améliorer l'éclairage d'un atelier ou d'un bureau et les gains réalisés sur la production sont sans rapport

avec le coût des installations surtout lorsqu'il s'agit de travaux mettant en cause l'acuité visuelle.

Aux États-Unis, les expériences faites dans diverses industries ont montré que pour un supplément de dépenses équivalant à 5% des salaires, la production s'était élevée de 35%.

De même en France, dans un atelier de mécanique, le rendement était augmenté de 17,4% alors que la dépense supplémentaire ne représentait que 1,2% des salaires.

Quelques chiffres illustreront de façon frappante la modicité des dépenses engagées et représentées par le pourcentage des salaires et les gains de production obtenus :

TABLEAU 4
INFLUENCE DES AMÉLIORATIONS D'ÉCLAIRAGE SUR LA
PRODUCTIVITÉ ET DÉPENSES CORRÉLATIVES

Nature du travail	Éclairément en « lux »		Augmentation % de la production	Dépense % des salaires
	Ancien	Nouveau		
Fabrication de paliers anti-friction	45	120	15	1,2
Fabrication de châssis en acier	30	120	15	1,2
Montage des carburateurs	20	130	12	0,9
Fabrication de fers à repasser électriques	40	135 125	12,2 8,5	2,5 1,86
Fabrique de douilles	40	120	8,5	1,4
Polissage de petites pièces	38	150	25,8	2
Vérification de paliers à rouleaux	15	60	4	0,5
Fabrique de pistons	50	130 200	8 12,5	1,3 2,1
Tri des lettres	35	80	4,5	0,6
Mécanographie	25	80	12	1,2

L'éclairage est donc un facteur très important bien que trop souvent méconnu du rendement. Il influe directement sur la production et sur la qualité des fabrications.

Enfin, et ce n'est pas le moindre de ses avantages, il est aussi un facteur de sécurité et il entraîne une diminution sensible du nombre des accidents du travail.

Les médecins du travail estiment en effet qu'un bon éclairage réduit de 25 à 50% selon les tâches, les accidents, à la fois parce qu'il diminue la fatigue qui ralentit la rapidité des réflexes de défense et nuit à leur sûreté et aussi parce qu'il réduit les zones dangereuses.

Nombre d'accidents résultent en effet directement ou indirectement de défaut d'éclairage : mauvais éclairage des dispositifs de commandes des machines dangereuses, mauvais éclairage du matériel de secours d'urgence, effets de contrastes brutaux, effets d'éblouissement, présence des zones d'ombres, éventuellement effets stroboscopiques en éclairage alternatif, etc . . .

Une étude britannique portant sur 20,000 accidents enregistrés dans l'industrie pendant une période de 18 mois a donné les résultats suivants qui nous paraissent très significatifs :

- 8,581 accidents relevés pendant l'été dans des ateliers ou chantiers éclairés en lumière naturelle représentaient 7.16 des accidents par heure de travail en lumière naturelle.
- 11,972 accidents relevés pendant l'hiver comportaient 7,156 accidents en lumière naturelle et 3,813 en lumière artificielle. Ce dernier nombre représente 12.32 accidents à l'heure d'éclairage en lumière artificielle soit une proportion de 71% supérieure à celle de l'été.

De son côté, l'Institut de sécurité estime à 100,000 environ par an, le nombre des accidents provoqués par un défaut d'éclairage.

Enfin, un bon éclairage est un facteur de confort tant physique que moral. Il existe des éclairages déprimants qui créent une atmosphère de tristesse et de malaise, génératrice d'insatisfaction et d'absentéisme.

BIBLIOGRAPHIE

Introduction à l'étude du travail. Bureau international du travail, Genève, 1970, 380 pp.

L'adaptation du travail à l'homme. Conférence internationale de Leyden, 1957. Et Conférence internationale de Zurich, 1959, sur l'adaptation du travail à l'homme : Ed : OCDE.

Les facteurs d'ambiance dans l'entreprise. Journées d'information de l'Association française pour la productivité (AFAP), 1958.

Paule REY et J. P. REY, *Les effets comparés de deux éclairages.*

Paule REY, *Éclairage et travail*, Revue suisse de médecine, 52e année, no 31, août 1963.

J. PARENT, *Éclairagisme*, Institut national de sécurité (INS).

Éclairage des lieux de travail, INS, note 598 51 68.

L'entretien des installations d'éclairage, INS, note 628 93.

DERIBERE, *L'éclairage*, Que sais-je, PUF.

H. DESOILLE, *Médecine du travail*, Que sais-je, PUF.

FRIEDMAN, *Problèmes humains du machinisme industriel*, Gallimard, 1946.

LIGHTING PROBLEMS IN THE ENTERPRISE

A bad lighting system leads to supplementary tiresome eye efforts and is often in addition the cause for nervous tension. It is therefore logical to say that a better lighting system will lead to a better perception and therefore to an increase in production. However lights are not the only factor influencing eye perception such as the nature of the job, the speed and accuracy required for production and the length of the operation. These will vary from firm to firm and even within the different departments within a plant. It is to be remembered also that eye accuracy diminishes as a person gets older.

What kind of lighting system should be used? Day light is the ideal to seek, but since it is not always possible one has to consider a few factors in using artificial systems : the intensity, the job area, the diffusion, the contrasts, the shadows, the dazzling, the reflecting areas and the maintenance of the systems.

The expenses brought about by an investment in adequate lighting will easily have much much larger yields. In the U.S., an investment equal to 5% of the total wage bill yields a 35% increase in production. Lighting is therefore a very important but often forgotten factor influencing output.