

# PHOTOMÉTRIE

## Lumière

B. PAULE - ITB/LESO-PB 1996

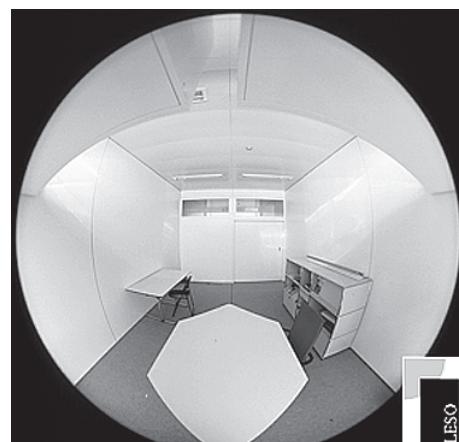
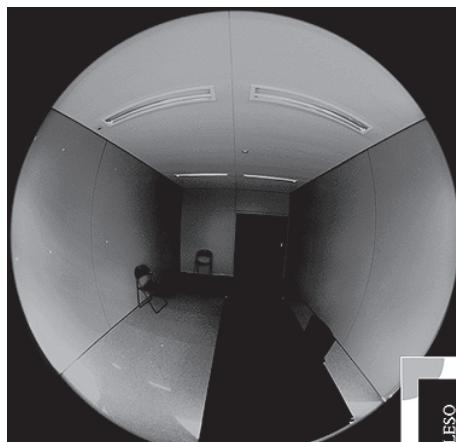
Composante visible du spectre de rayonnement électromagnétique, la lumière donne du sens aux objets et à leur environnement en révélant contours, volumes et textures. La photométrie n'est autre que la "science de la lumière". En ce qui concerne les matériaux, elle permet de caractériser leurs propriétés de réflexion, de transmission et d'absorption de la lumière.

*"L'expérience plastique que devait représenter l'accès au Panthéon mérite qu'on s'y arrête. (...) L'entrée plongeait le visiteur - comme elle le fait encore de nos jours - dans une sorte de stupeur extatique : l'explosion spatiale, dans le clair obscur mystique, la stabilité paisible de l'immense coupole suspendue sans effort et tournant lentement autour de l'observateur et enfin l'extraordinaire lumière zénithale baignant l'édifice, comme aspiré vers l'ouverture béante de l'oculus central, ..."*

*Henri Stierlin : "Hadrien et l'architecture romaine", Office du Livre.*

### Pouvoir de réflexion

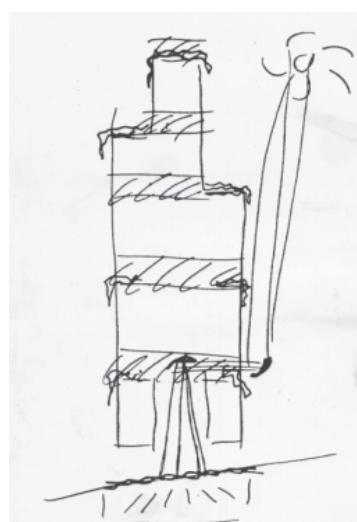
La "clarté" des matériaux composant les parois intérieures des bâtiments influe considérablement sur la quantité de lumière disponible. L'utilisation de revêtements "clairs" est fortement recommandée. Les deux photos ci-contre montrent deux locaux, strictement identiques à l'exception de leurs revêtements intérieurs. Dans le local "Sombre" (à droite), on observe un éclairage trois fois plus faible, à 5m de l'ouverture, que dans le local "Clair" (à gauche) (éclairement mesuré sur le plan de travail). Cela signifie que l'éclairage artificiel sera beaucoup plus souvent sollicité par les occupants, d'où un accroissement notable de la facture énergétique.



Influence de la "clarté" des parois : Locaux de démonstration DIANE, ITB/LESO-PB /1.

### Mode de réflexion

La "brillance" des matériaux dépend essentiellement de leur état de surface. Elle se caractérise par une importante réflexion spéculaire. L'aluminium anodisé est un exemple de matériau à haut pouvoir réfléchissant et haute brillance. Cette propriété peut être utilisée pour diriger le flux de lumière naturelle et conduire celui-ci en profondeur dans les bâtiments. Le schéma ci-contre montre le principe imaginé par Norman Foster pour faire pénétrer la lumière solaire directe au cœur de la tour de la Honk-Kong & Shanghai Bank. On notera que ce type de système ne fonctionne pas par temps couvert (lumière diffuse). Par ailleurs, l'orientation du miroir doit varier en permanence, pour suivre la position du soleil.



Esquisse pour la Hong-Kong, & Shanghai Bank, arch. : N. Foster /2.

## Réflexion spéculaire

Sans posséder toutes les caractéristiques des miroirs (haut pouvoir réfléchissant et haute brillance), beaucoup de matériaux utilisés dans les bâtiments présentent une "brillance" suffisante pour générer des "reflets générants". (peintures laquées, matériaux plastiques, métaux, produits verriers, etc.). Ceci est d'autant plus marqué lorsque les rayons lumineux ont une incidence rasante.

La photo ci-contre montre un problème de reflets sur la vitre de protection d'un tableau: l'observation de l'oeuvre est ici impossible. Le type et l'emplacement de la source de lumière, l'inclinaison du verre, la position de l'observateur, etc, doivent être soigneusement étudiés au stade de la conception du projet d'éclairage (lumière naturelle et artificielle). Dans le cas des musées, ces problèmes prennent une importance considérable.

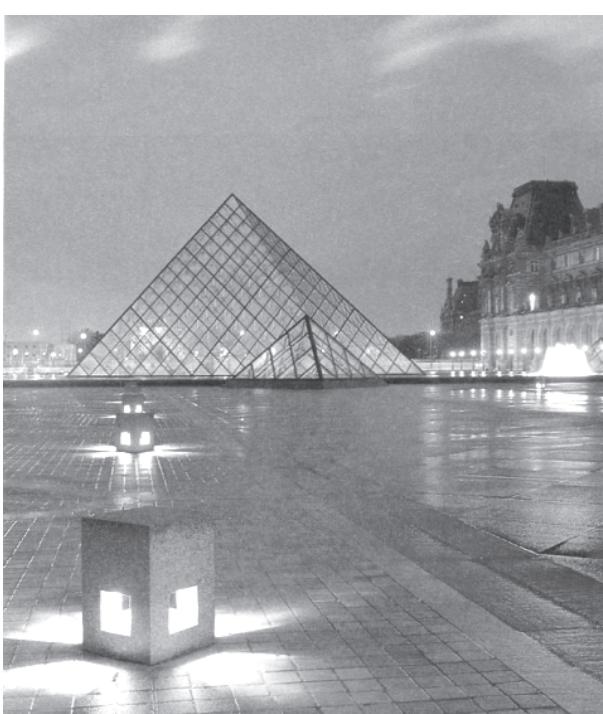


Reflets sur la vitre de protection d'un tableau /3/.



Reflets dans un écran d'ordinateur /4/.

La photo ci-contre illustre le problème posé par le travail sur écran informatique. Les sources lumineuses situées à l'arrière de l'écran se reflètent dans celui-ci, pénalisant fortement la lisibilité des informations. Le choix des sources, le type de luminaires, mais aussi le positionnement et l'orientation des postes de travail, doivent être soigneusement étudiés afin de garantir le confort visuel des utilisateurs.



La Pyramide du Louvre, Paris, arch. : I.M. Pei /5/.

## Transmission régulière

Une transmission régulière des rayons lumineux au travers d'un matériau se traduit par la "transparence" de ce dernier, dans la mesure où ses faces sont planes et lises. La direction originale des rayons est conservée, ce qui permet la vision d'images fidèles au travers des vitrages. La "transparence" permet de garder un contact visuel direct avec l'extérieur, ce qui constitue une élément clé du confort psycho-physiologique pour les occupants d'un local (repérage spatio-temporel).

Un double vitrage standard transmet environ 80% de la lumière à incidence normale. Il existe par ailleurs des verres "ultra-blancs" dont les propriétés de transparence sont accrues (environ 90 % de lumière est transmise).

La photo ci-contre montre la pyramide du Louvre /5/, pour laquelle un verre spécial a été utilisé afin de favoriser la vision à travers les surfaces vitrées. L'objectif est ici de compenser la perte de transparence due à l'épaisseur et à l'inclinaison des verres (incidence non normale). Cette préoccupation a été dictée par le soucis de préserver la lecture globale des façades composant le musée.



Façades rideau en verre réfléchissant /5/.

## Verres teintés ou réfléchissants

L'emploi de verres teinté ou réfléchissants, qui s'est fortement développé ces dernières années, présente plusieurs inconvénients majeurs.

La plupart des verres teintés transmettent environ 40% de la lumière qu'ils reçoivent. Par ciel couvert, la quantité de lumière naturelle transmise est trop faible pour contribuer à l'éclairage en profondeur des locaux. Le recours à l'éclairage artificiel est donc très nettement accru.

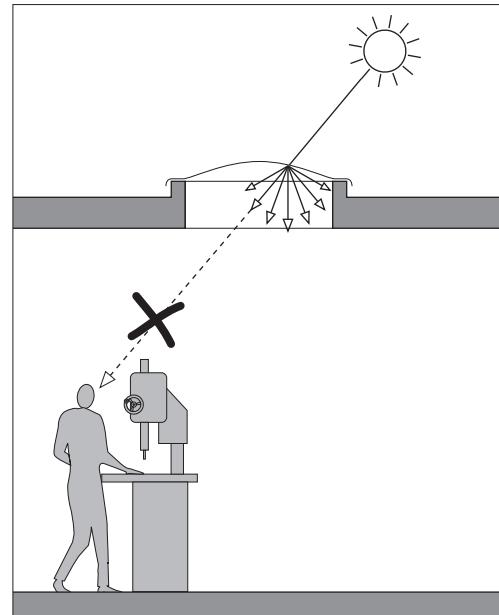
Par contre, lorsque le soleil est présent, cette transmission est trop élevée pour éviter des éblouissements et des surchauffes importantes. Il est donc nécessaire de faire appel à un système de protection solaire supplémentaire (stores intérieurs par exemple).

Ce type de produit apporte donc plus d'inconvénients que d'avantages. Il est donc préférable de renoncer à son emploi, sauf cas très particuliers.

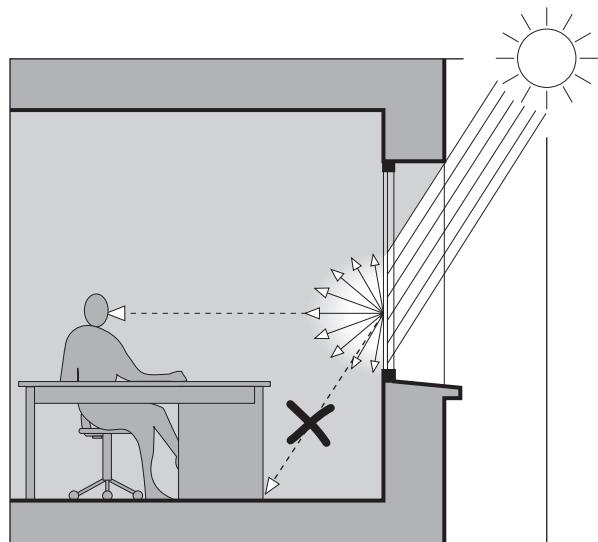
## Transmission diffuse

La transmission diffuse, qui caractérise les matériaux "opalescents" (ou "diffusants"), a pour effet de disperser dans toutes les directions les rayons lumineux incidents. Cela empêche toute vision d'images fidèles au travers du vitrage (ex : verre dépoli). Cette propriété peut être mise à profit pour supprimer les taches localisées de soleil à l'intérieur des bâtiments, tout en continuant à bénéficier de la lumière naturelle.

La figure ci-contre montre le cas d'une ouverture zénitale dans un local industriel: le vitrage n'étant pas situé dans le champ visuel de travail (ergorama), il n'est pas éblouissant.



Ouverture zénithale diffusante: Les rayons solaires directs n'arrivent pas jusqu'à l'oeil /6/.



Vitrage diffusant en façade : risque d'éblouissement et vision vers l'extérieur impossible /6/.

Pour les ouvertures en façade, les vitrages diffusants peuvent toutefois se comporter comme des sources d'éblouissement. La figure ci-contre montre qu'une partie des rayons diffusés est dirigée en direction de l'oeil. Le vitrage devient alors une source lumineuse de forte luminance et de grande dimension, située dans le champ visuel de l'observateur.

La perte d'information, liée à l'absence d'image transmise, est en quelque sorte une "dégradation" de la lumière. Il est donc conseillé de réserver les vitrages diffusants aux cas où l'on désire conserver le caractère "privé" d'un lieu. Certains produits, récemment mis sur le marché, permettent de passer alternativement de la transparence à l'opalescence, (cristaux liquides activés par une tension électrique). Leur application est toutefois limitée aux parois intérieures.

- Les matériaux à haut pouvoir de réflexion (matériaux clairs) favorisent l'utilisation de la lumière naturelle en partie arrière des locaux.
- Les matériaux spéculaires (matériaux brillants) peuvent être utilisés pour dévier et conduire le flux de lumière naturelle en profondeur dans les bâtiments.
- Les réflexions spéculaires (reflets) doivent être contrôlées afin d'éviter l'éblouissement.
- L'utilisation de verre teinté (ou réfléchissant) entraîne une réduction constante du flux de lumière naturelle, sans résoudre pour autant les problèmes de protection solaire (protection insuffisante).

### Références :

- /1/ Photos J.-L. Scartezzini.
- /2/ Schéma N. Foster.
- /3/ "Don Quichotte toreador" Bepe, Collage, 1995. Photo B. Paule.
- /4/ Photo B. Paule.
- /5/ Photos d'après publications CFF.
- /6/ Schémas B. Paule.