

lumière et restauration

La lumière dans un atelier de restauration doit être considérée comme un outil de travail au même titre que tout autre type d'appareillage. La lumière est le complément de l'œil du restaurateur.

OBJECTIFS

- Accroître la vision du restaurateur par la qualité et la quantité de lumière.
- Faciliter son travail par le caractère modulable de l'éclairage proposé.
- Ne pas créer de gêne, d'éblouissement par une trop grande luminance des sources, aussi bien pour lui-même que pour ses collègues.
- Etre l'objet d'une maintenance normale, mais obligatoire.

CHOIX DES SOURCES

La lumière naturelle

La lumière naturelle est la source qui convient le mieux pour la restauration des œuvres d'art comme pour tout autre travail, notre système visuel lui est complètement adapté. Sa qualité principale réside dans son spectre complet et continu, du violet (voire de l'ultraviolet) au rouge profond. C'est aussi le plus souvent sous cette lumière que sont présentées les œuvres restaurées. L'inconvénient majeur de la lumière naturelle, en ce qui concerne un travail comme la restauration, est sa composante infrarouge, d'où le choix d'ouvertures au nord (dans l'hémisphère Nord). Un autre inconvénient, en restauration, consiste en sa variation cyclique, principalement en intensité.

La lumière artificielle

La lumière artificielle doit donc être envisagée comme le complément naturel de la lumière du jour. Trois types de sources peuvent aujourd'hui remplir d'une certaine manière les objectifs désirés : les lampes à incandescence (halogènes ou non), les lampes fluorescentes et les

lampes aux halogénures métalliques.

- Les lampes à incandescence
Elles possèdent un spectre continu, ce qui donne un indice de rendu des couleurs excellent, égal à celui de la lumière du jour. Ses inconvénients sont la faible durée (de 1 000 à 4 000 heures), la faible efficacité lumineuse (25 lm/W), le fort dégagement calorifique et la température de couleur très différente de celle de la lumière du jour.
- Les lampes fluorescentes
Leur efficacité lumineuse, quand elle est de 65 lm/W, donne un indice de rendu de couleur supérieur à 95. Elles possèdent un spectre sensiblement continu mais pauvre dans les rouges, y compris celles de température de couleur basse.
- Les lampes aux halogénures métalliques
Elles sont d'une efficacité lumineuse supérieure aux précédentes mais la stabilité du spectre dépend tout à fait de la qualité de fabrication, non seulement de la lampe elle-même, mais de son appareillage. Ces sources, contrairement aux tubes fluorescents, dégagent un fort rayonnement calorifique.
- Les sources mixtes
Il est possible de regrouper dans un même appareil des sources à incandescence et des sources fluorescentes pour bénéficier des avantages et réduire les inconvénients propres à ces deux types de sources.

CHOIX DE L'ECLAIRAGE

Il sera fonction du genre de travail à effectuer, comme :

- le rentoilage : éclairage direct à la verticale ;
- le comblement de lacunes : éclairage direct de face et latéral ;
- la retouche : éclairage direct face en hauteur ;
- la restauration des textiles : éclairage en contre-jour, éclairage à la verticale ;

- la restauration des sculptures : éclairage direct de face et latéral.

Naturellement, le tout sous un éclairage général de qualité, c'est-à-dire ne provoquant pas d'éblouissement direct, et d'un excellent indice de rendu des couleurs.

CHOIX DE L'APPAREILLAGE

L'éclairage général

L'éclairage général devra être aussi uniforme que possible (indice d'uniformité de 0,7) et fournir un minimum de 200 lux au sol. L'utilisation de sources fluorescentes est donc recommandée. Pour ne pas créer d'éblouissement direct dû à la vision de la source, cette dernière sera intégrée à un appareil de type « basse luminance ».

L'éclairage de travail

Une ou deux sources peuvent être nécessaires en fonction de la tâche à effectuer, nous pouvons donc distinguer l'éclairage principal et l'éclairage d'appoint.

- L'éclairage principal
L'éclairage fourni pour tout travail sur la couleur sera au minimum égal à 1 500 lux sans pour autant dépasser les 2 000 lux. L'indice de rendu des couleurs de la source utilisée ne sera pas inférieur à 95. La température de couleur sera, toujours pour un travail sur la couleur, au moins égale à 6 500 kelvins. L'appareil sur pied ou suspendu offrira la possibilité de varier le positionnement de l'appareil, aussi bien en hauteur qu'en site et azimut.
- L'éclairage d'appoint
Le plus souvent sur pied, il ne sert qu'à apporter un supplément de lumière très localisé et très manipulable pour obtenir un faisceau sous différents angles. Il pourra aussi comporter une loupe. Souvent très proche de l'objet à restaurer, son dégagement calorifique devra être limité au minimum. Pour des surfaces très réduites, de quelques centimètres environ, un système utilisant la fibre optique se révèle très intéressant.

Pour des surfaces supérieures, des lampes sur pied, équipées de minitubes fluorescents (et lampes compactes), ou de sources halogènes alimentées sous très basse tension, équipées d'un filtre anticalorique, donneront satisfaction.

Fournisseurs (liste non exhaustive)

- BALCAR, 11 boulevard Emile-Augier, 75016 Paris, tél. 01 45 03 00 30.
[Eclairage de travail - appareil équipé de tubes fluorescents 6 500 kelvins, pouvant être installé sur pied ou suspendu, grilles de défilement].
- CLAREL, Z.I. 02, Rouvroy, BP193, 02104 Saint-Quentin Cedex, tél. 02 23 67 80 00.
[Eclairage général, voire de travail pour certaines restaurations de type mécanique de précision].
- COMPAGNIE PHILIPS ECLAIRAGE, 9, rue Pierre-Rigaud, 94856 Ivry-sur-Seine Cedex, tél. 01 49 87 63 48.
[Regroupe les marques PHILIPS, MAZDA, LITA, etc. Toutes sources, appareils pour l'éclairage général].
- GAMAIN S.A.R.L., 31, rue des Annelets, 75019 Paris, tél. 01 42 08 55 68.
[Eclairage de travail - appareil équipé de tubes fluorescents et de lampes à incandescence, suspendu par chaîne ou pantographe, ou fixé directement au plafond, avec ou sans composante U.V., compteur horaire - 6 500 kelvins].
- OSRAM S.A., BP 109, 67124 Molsheim Cedex, tél. 03 88 49 75 77.
[Toutes sources].
- TRILUX Méditerranée, Actipole 12, Bât. A, traverse Gaston-de-Flotte, 13012 Marseille, tél. 04 91 93 87 60.
[Eclairage général].
- VERRE & QUARTZ, 24, route d'Aulnay, 93147 Bondy Cedex, tél. 01 48 48 14 22.
[Eclairage d'appoint - appareils sur pied équipé de lampes halogènes ou de minitubes fluorescents avec ou sans loupe].

Bibliographie

- A.F.E., *Les sources de lumière*, Société d'éditions LUX, Paris, 1987, 200 p.
- Catalogues des fabricants.
- EZRATI Jean-Jacques, CORTET Odile, « Eclairage et restauration des peintures », *Conservation-restauration des biens culturels*, ARAAFU, Paris, 1989, pp. 21-22.
- GAYMARD L., « L'éclairage d'un atelier de restauration », LUX - n° 87, Paris, 1976, pp. 74-77.

Contact :

Jean-Jacques EZRATI, tél. 01 40 20 59 57.

verres et vitrages

Le verre est un matériau extrêmement utilisé tant en architecture qu'en muséographie, un minimum de connaissances sur le sujet est indispensable pour un dialogue fructueux entre les différents intervenants concernant un projet.

COMPOSITION

Le verre est un matériau dont la constitution classique se compose :

- d'un corps vitrifiant, la silice (70 à 72 %),
 - d'un fondant, la soude (14 à 15 %),
 - d'un stabilisant, la chaux (9 à 10 %),
- et de divers oxydes ou matériaux, soit pour améliorer la résistance du produit, soit pour le colorer, voire même le rendre entièrement transparent (verre extrablanc).

FABRICATION

- le verre soufflé : soufflé, après l'obtention d'un cylindre, qui est ouvert puis étalé.
- le verre coulé : obtenu par coulée continue dont une face, ou les deux, comporte des motifs réalisés par impression mécanique dans le verre au moment du laminage. Ce verre souvent translucide peut être teinté, armé ou trempé, mais ne peut être feuilleté.
- le verre moulé : réalisé par pressage dans des moules en acier. Réalisation de tuiles et pavés de verre, généralement translucides.
- le verre étiré : obtenu par étirage vertical continu à partir d'un bain en fusion.
- le verre flotté : à partir d'un bain de matière en fusion, d'un flux continu, depuis un four à bassin qui déborde sur un bain d'étain en fusion. Le verre flotte sur l'étain et ses deux faces y trouvent directement leur parallélisme et leur poli. Le verre flotté est appelé glace, il représente aujourd'hui pratiquement la totalité de la production courante.

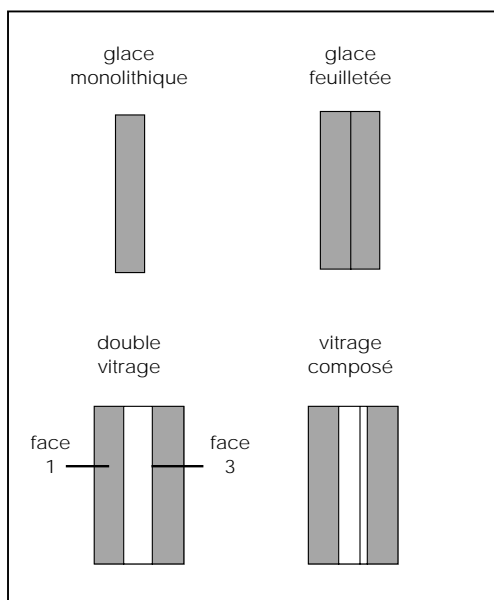
TYOLOGIE DES VITRAGES

On distingue :

- la glace monolithique, qui peut être claire, teintée, imprimée, ou recevoir des traitements spéciaux pour améliorer ses qualités mécaniques, thermiques ou lumineuses ;
- la glace feuilletée, qui est composée de deux ou plusieurs glaces monolithiques collées entre elles par un ou plusieurs films de butyral de polyvinyle (P.V.B.) ;
- le double vitrage constitué de deux glaces monolithiques ou feuilletées, serties ensemble, mais séparées par un

vide d'air de 6 à 12 mm. Pour une meilleure isolation thermique, on trouve aussi des doubles vitrages où l'air est remplacé par un gaz.

- le vitrage composé, qui est constitué d'un assemblage entre une ou plusieurs glaces et une ou plusieurs plaques de polycarbonate.



CARACTÉRISTIQUES

Les caractéristiques d'une glace couvrent principalement ses propriétés mécaniques, optiques, énergétiques et thermiques.

- mécanique
Une glace recuite se casse, formant des morceaux coupants, en revanche, elle se travaille sans difficulté.
La glace armée inclut un treillis métallique qui offre une bonne protection contre la casse et présente une bonne tenue au feu.
La trempe augmente la résistance aux chocs, et, lors d'une casse, elle éclate en centaines de morceaux non coupants. Après la trempe, il n'est plus possible de l'usiner.
La glace feuilletée, grâce aux films de P.V.B. intermédiaires, assure un maintien, lors d'une casse, par adhérence de tous les morceaux de verre. Par l'épaisseur et le nombre de couche de P.V.B., cette glace garantit une bonne protection contre l'effraction.
- optique
La transmission lumineuse est fonction de l'épaisseur de la glace, et naturellement

de la densité de sa coloration pour une glace teintée. Une glace claire prendra une coloration verdâtre de plus en plus prononcée en fonction de son épaisseur (au-delà de 10 mm). Une glace extrablanc ne présentera pas cette coloration, quelle que soit son épaisseur. La réflexion lumineuse, pour une glace claire ou teintée, est de 8 à 10 %. Elle peut dépasser les 30 % dans le cas d'une glace réfléchissante de protection solaire et devenir un véritable miroir. A l'inverse, un traitement multicouche fait chuter sa réflexion lumineuse à 1 % (verre antireflet). Ce traitement peut se faire sur du verre extrablanc, qui lui-même peut être feuilleté.

- **énergétique**

Le verre a comme propriété d'être transparent au proche infrarouge et opaque aux longueurs d'onde supérieures à 5 000 μm . C'est-à-dire que l'énergie entrante, absorbée par le mobilier et les parois, est réémise à des longueurs d'onde supérieures et est piégée à l'intérieur du local : c'est l'effet de serre. Une protection solaire consistera donc à éviter l'entrée du rayonnement infrarouge, soit en l'absorbant au sein du vitrage, soit, ce qui est mieux, en le réfléchissant à l'extérieur. De là les vitrages réfléchissants ou semi-réfléchissants. Ainsi, plus le facteur solaire est petit, plus la protection est bonne.

- **thermique**

Au contraire, on peut souhaiter garder la chaleur à l'intérieur d'un local, c'est-à-dire parfaire l'isolation. Le vide d'air entre deux vitrages permet et donne un coefficient surfacique K beaucoup plus faible. L'air remplacé par un gaz inerte améliorera encore ce facteur, de même

qu'une couche dite « faiblement émissive » en face n° 3 d'un double vitrage.

- **sonore**

Plus l'épaisseur sera grande, plus le vide d'air sera grand, plus l'assemblage sera asymétrique (glace d'épaisseurs différentes et épaisseur du vide d'air différente entre le haut et le bas), plus le vitrage fournira une isolation sonore performante (avec naturellement une menuiserie appropriée).

Caractéristiques spéciales

En plus des glaces « extrablanches » et « antireflet », il existe aussi des vitrages « coupe-feu », « à opacité commandée », voire « à transmission variable », ayant des caractéristiques très différentes des vitrages précédents.

USAGES

Pour les vitrines et autres mobiliers muséographiques, on privilégiera la glace trempée ou feuilletée.

Pour les verrières, la glace feuilletée, transparente ou translucide, doit être à la base de toute rénovation. La glace armée peut être aussi utilisée pour une esthétique donnée. La protection solaire doit naturellement être incluse sur le vitrage externe.

Pour les baies, fenêtres et autres ouvertures verticales, la glace feuilletée, en double vitrage, fait aujourd'hui partie des éléments de base pour la sécurité des biens et des personnes.

La plupart des vitrages peuvent être bombés, ce qui permet une plus grande liberté architecturale, mais ce qui ne doit pas faire oublier pour autant les protections nécessaires à prendre en compte.

Tableau indicatif des caractéristiques de différents vitrages courants

produits	mécanique			optique		énergétique			thermique	
	recuite	armée	trepée	transm. lumineuse	réflexion lumineuse	transm.	abs.	réfl.	fact. sol.	coeff. K
glaces de 6 mm										
Claire claire	oui	oui	oui	90	8	83	9	8	87	5,7
teintée bronze	oui	non	oui	50	5	50	45	5	61	5,7
réfléchissante argentée	oui	non	oui	67	31	65	11	24	68	5,7
double vitrage (12 mm d'air)	oui	non	oui	83	15	74	13	13	79	2,9
double vitrage faiblement émissive	oui	non	oui	73	22	66	18	16	74	2,3

Fournisseurs (liste non exhaustive)

- Saint-Gobain Vitrages, 21, rue des Trois-Fontanot, 92024 Nanterre Cedex, tél. 01 46 14 03 70.
- Schott France S.A.R.L., 8, rue Fournier, 92112 Clichy Cedex, tél. 01 40 87 39 00.
- Glaverbel France, 171, avenue du Général-de-Gaulle, 92200 Neuilly-sur-Marne, tél. 01 46 43 13 13.
- Pilkington France, 191, avenue Aristide-Briand, 94230 Cachan, tél. 01 46 15 73 73.

Bibliographie

- catalogues des fabricants
- Centre d'information du verre feuilleté, 7, rue du Pasteur-Wagner, 75011 Paris, tél. 01 49 29 97 87.

Contact :

Jean-Jacques EZRATI, tél. 01 40 20 59 57.