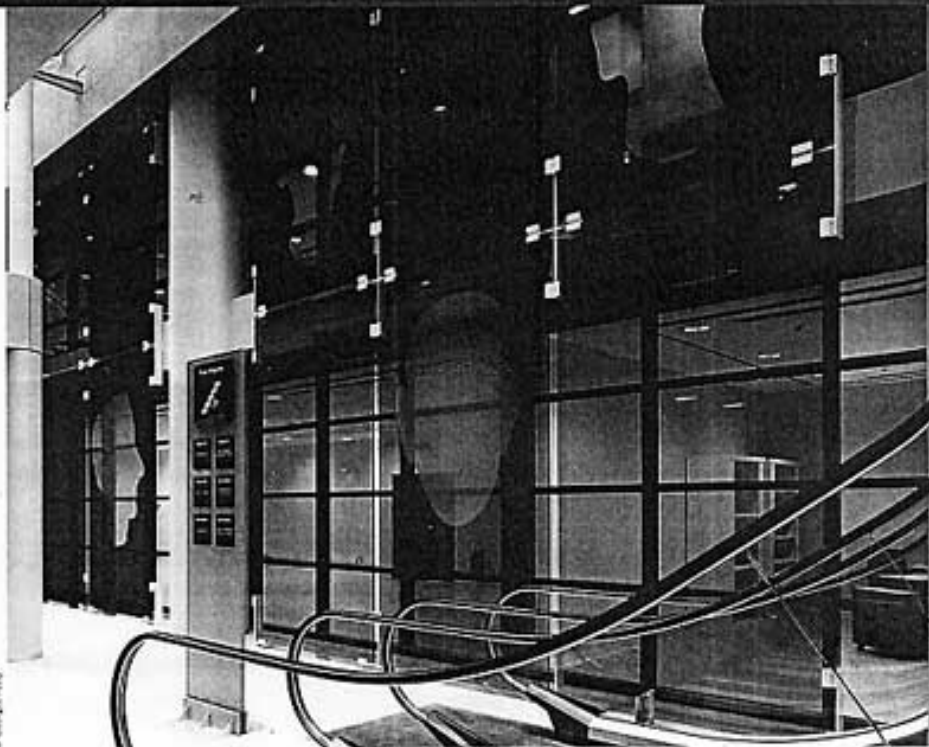




© Concept Arco

Décoration et confort visuel : façade écran verre feuilleté et gravé, verre feuilleté avec filins intercalaires colorés, verre émaillé rue intérieure, université Léonard-de-Vinci (Paris-La Défense), architectes Valode et Pistre, création Jean-Charles Blais, conception et réalisation verrières Bernard Pictet



© Concept Arco

Vitrage et lumière solaire La problématique du confort visuel

Au gré des signatures architecturales, les vitrages perdent ou gagnent en transparence, en couleurs, en effets miroir. Ces vitrages sont de remarquables produits industriels issus de la recherche scientifique et technique conçus en fonction d'exigences fonctionnelles et climatiques. Le confort visuel demeure un objectif problématique, seule une analyse fine des situations concrètes permet de préconiser le bon produit pour le bon usager au bon endroit.

Il est impossible de filtrer de manière totalement sélective le rayonnement solaire, dans le cadre économique et dans les dimensions de vitrages utilisées dans le bâtiment. D'une manière générale, on souhaite supprimer les UV (ultraviolets) qui détruisent les couleurs et les textures des objets, les IR (infrarouges) qui chauffent trop l'été mais peuvent être bienvenus l'hiver. Entre ces deux plages du rayonnement électromagnétique, se trouve la lumière visible responsable de la pérennité des équilibres biologiques, et de celui du corps humain en particulier, notamment pour la récupération de la fatigue et la régulation des cycles de veille et de sommeil (cycles circadiens). Dans le tertiaire, on doit réduire cette lumière visible qui éblouit et rend pénible le travail sur écran, et cependant il faut satisfaire l'exigence croissante de travail à la lumière "naturelle" pour le confort psychologique des usagers. Le contrôle de la lumière pour le confort visuel et

psychologique dans le tertiaire ou les bâtiments d'enseignement ne dépend pas exclusivement du vitrage mais relève aussi des aménagements intérieurs, de l'éclairage artificiel et de la vision sur écran.

LE CONFORT VISUEL

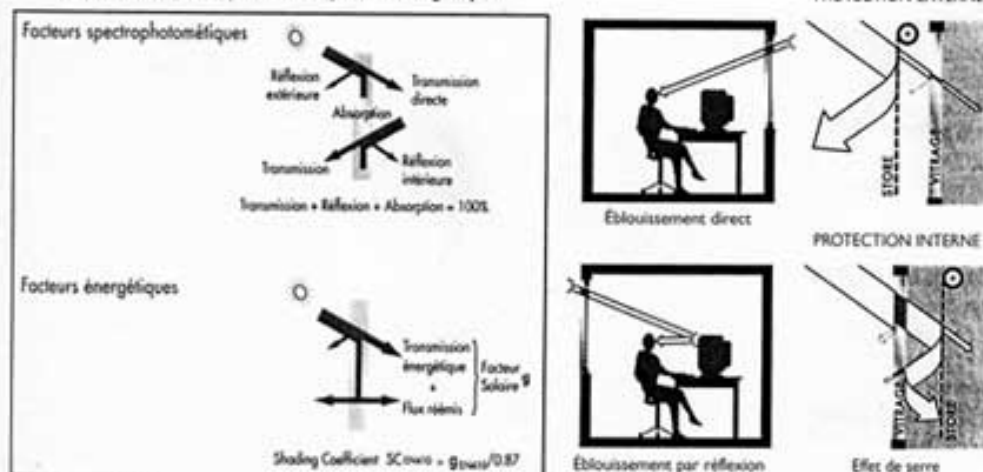
Les paramètres les plus courants du confort visuel aux postes de travail concernent le traitement de l'éblouissement et des reflets, mais ce ne sont pas les seuls. Les théoriciens du tertiaire s'accordent à dire que dans les immeubles de bureaux, la conception de l'enveloppe du bâtiment doit être subordonnée à celle du parti adopté pour l'aménagement et l'implantation des postes de travail, et non l'inverse. La prévention et la prise en compte des reflets en lumière naturelle ou artificielle par rapport au positionnement des écrans, de même que pour l'éblouissement, font partie intrinsèque de la programmation du bâtiment, ou en tout cas ils le devraient. La propreté des vitrages est un élément important de confort visuel, tout autant qu'un critère d'aspect de la façade, ce qu'apporteront les vitrages autolavables (Activ de Pilkington, Aquaclean de Saint-Gobain). Le confort visuel, c'est aussi le respect de la privauté : ne pas être en vitrine, et ne pas voir chez autrui. Le verre dépoli rend impossible toute vision, comme un "second jour". En revanche le verre feuilleté avec l'intercalaire Du-

Pont Butacite Blanc Dépoli offre l'alternative d'une vision atténuée des scènes, qui ménage une profondeur visuelle estompée des deux côtés du vitrage. Cette propriété a été mise à profit dans la surélévation du Conseil commercial du gouvernement catalan situé en face d'une résidence d'étudiants dans l'étroite rue Tapies de Barcelone (Bosch-Cuspinera Architectes Associats). Le confort psychologique tient au respect des tons naturels ou légèrement teintés. Les tonalités bleues sont admissibles pour des vues découvertes, mais elles le sont moins pour des situations urbaines fermées où les couleurs terre, havane, gris, saumon seront mieux tolérées, comme les tonalités verdâtres en zones plantées.

LA NUIT AMÉRICAINE

Le confort visuel des personnes travaillant sur écran — situation de la majorité des collaborateurs du tertiaire — repose sur le traitement de l'éblouissement d'une part, l'évitement des reflets d'autre part. Il existe des solutions techniques extrêmes à ce type de problème, en terme d'éclairagisme, comme dans les centres de contrôle de trafic aérien. Il suffit de transformer le local en une sorte de boîte noire, puis d'y installer des sources de lumière rigoureusement unidirectionnelles. En revanche, de tels aménagements sont chers et inacceptables dans des immeubles tertiaires classiques, où la sensation d'environnement de travail en lu-

Grandeurs spectrophotométriques et énergétiques



Ci-dessus: principaux paramètres de confort visuel et énergétique des surfaces vitrées, doc. Saint-Gobain
 Ci-contre: vitrage Antelio Saint-Gobain, Polish Radio (Cracovie, Pologne), T.Mankowski et P.Wrobel arch., doc. St-Gobain
 Ci-dessous: store Screen +, Hexcel Fabrics



DuPont Butacite Blanc Dépoli
 (Bosch-Cuspinera Architectes Associés)



mière naturelle est une composante importante du confort psychologique.

La "nuit américaine" consiste, au cinéma, à filmer en plein jour une scène de nuit. Cet effet est celui de la vision, avec des lunettes fumées très foncées, d'une scène se déroulant sous un éclairage très contrasté. C'est ce qu'on obtient en regardant à l'extérieur avec des vitrages très denses optiquement; le travail de bureau impose le recours quasi permanent à l'éclairage artificiel. Avec ce type de vitrage, le problème de l'éblouissement provoqué par la lumière extérieure est pratiquement réglé; il reste à traiter les reflets d'éclairage sur les écrans d'ordinateur qui doivent être bien orientés par rapport aux fenêtres, et à poser des plafonniers dits "basse luminance". Les premiers vitrages de confort visuel étaient très fortement teintés dans la masse, réfléchissaient peu l'énergie solaire, l'absorbaient, et de ce fait présentaient des risques de casse thermique très importants. Les vitrages à couches ont radicalement transformé les attentes de confort et d'esthétique à l'égard de la façade vitrée. C'est plus l'esthétique des façades et, en second lieu, l'effet de serre à l'intérieur des bureaux que le confort de travail visuel des usagers qui ont été privilégiés.

LES VITRAGES À COUCHES

Par convention, la face 1 d'un vitrage simple ou multiple est celle qui est à l'extérieur; les autres faces sont numérotées dans l'ordre de la progression vers l'intérieur. La couche auto-lavable est par conséquent située en face 1.

Le contrôle solaire est assuré par le premier vitrage côté façade, avec des couches situées en face 2 (côté intérieur), qui réfléchissent l'énergie, mais aussi la lumière visible, comme l'argent du tain d'un miroir. C'est souvent de l'argent qui est déposé, par exemple dans le Silverstar de Glaströsch, comme son nom l'indique, en quantités micrométriques pour laisser passer une quantité déterminée de lumière, car on ne voit au travers du vitrage que si les ondes électromagnétiques lumineuses parviennent à nos yeux.

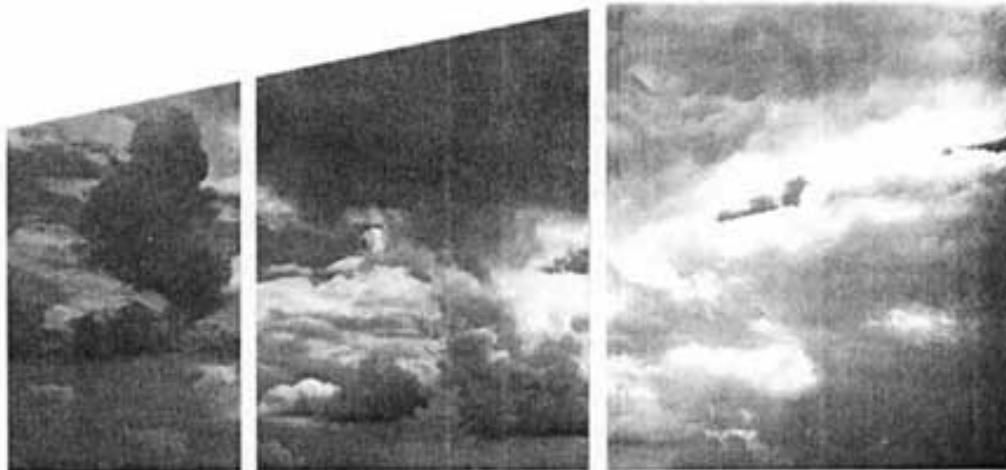
La transmission lumineuse T caractérise le pourcentage de lumière visible admise dans le local; la réflexion R, le pourcentage de lumière réfléchi (effet miroir) vers l'extérieur ou l'intérieur, la différence entre transmission et réflexion étant absorbée par le vitrage. C'est elle qui concerne le confort visuel.

Enfin, le facteur solaire G est le pourcentage d'énergie solaire rentrant dans un local par la fenêtre, par rapport à l'énergie solaire totale

incidente. Dans la mesure où il est pratiquement impossible de sélectionner la "bande chauffante" ou la "bande éclairante" du spectre, toute action sur l'une aura inévitablement de l'influence sur l'autre. Une majorité de couches de contrôle solaire sont durcies au four ("couches pyrolytiques") après application, ce qui permet d'utiliser ces vitrages en montage simple, par exemple en façade double peau ou en brise-soleil.

Pour mémoire, rappelons que le coefficient U de transfert thermique (le flux de chaleur traversant 1 m^2 de paroi pour une différence de température de 1° entre l'intérieur et l'extérieur du local) caractérise l'isolation. Le confort thermique d'hiver est assuré par des couches le plus souvent non durcies, donc fragiles, appliquées en face 3 du double vitrage (côté façade du vitrage intérieur): elles empêchent la chaleur de sortir, donc suppriment l'effet de paroi froide. Ces couches peuvent faire baisser jusqu'à 1,2 ou 1 la valeur du coefficient U d'isolation thermique, en combinaison avec le remplacement de l'air intercalaire par de l'argon ou d'autres gaz rares. Elles rentrent toujours dans la composition des VIR (vitrages à isolation renforcée). Très transparentes, elles sont visuellement négligeables. Les coefficients T et G

Vitrage Glaverbel Sunergy décliné en trois teintes Azur, Vert et Clair
Ci-dessous: façade en vitrage Glaverbel Stopray Saphir 61/32



SYSTÈMES MÉCANIQUES DE PROTECTION SOLAIRE ET DE CONTRÔLE DE LA LUMIÈRE

Les stores tissés de fibre de verre enduite de PVC, produits par les membres du GIE La Maîtrise solaire Screenglass (Helioscreen, Hexcel, Mermet), ou encore les stores en polyester tissés et enduits de PVC en pré-tension par Ferrari sont les compléments de la façade vitrée pour combattre l'éblouissement en façades non exposées directement au soleil, comme en façades exposées avec, en plus, une fonction de contrôle solaire. Sous l'ensoleillement moyen de juillet en région parisienne, hors climatisation, posé à l'intérieur du local, un store gris fait tomber la température de 36 à 32°, et à 24° posé à l'extérieur de la façade.

Les systèmes intégrés présentent l'intérêt de la simplicité de pose et de manœuvre. Le système Insulight Visi de Pilkington inclut un store vénitien à lames orientables et relevables dans le double vitrage. Des vitrages à couche dure de contrôle solaire comme le Suncool T par exemple peuvent être montés dans ce système; le store venant en appoint aux heures où l'éblouissement (soleil direct ou façades réfléchissantes en vis-à-vis) devient gênant.

Pour les verrières, verticales ou horizontales, on a l'exemple d'un système en polycarbonate à double peau à lames brise-soleil rotatives intégrées offrant d'excellentes performances, le panneau Controlite Everlite. Le facteur solaire passe graduellement de 0.55 en position complètement ouverte à 0.16 en position fermée; la transmission lumineuse tombe de 53 % à 7 %. Cette solution technique, réalisée en matériaux de synthèse sur un principe connu d'ailettes en verre, a l'originalité d'un panneau intégral assurant le clos et le couvert.

DOMMAGES ET CASSE THERMIQUES

Les vitrages de contrôle solaire ou isolants ne sont pas à l'abri des risques de casse ou de dommage thermique et, paradoxalement, davantage lorsqu'ils sont accompagnés de stores, intérieurs ou extérieurs. Tel est le cas, surprenant mais classique, des stores réfléchissants placés en arrière du vitrage, côté intérieur. Si la lame d'air entre le vitrage et le store circule peu ou pas du tout, le store réfléchira la chaleur à l'arrière du vitrage, qui ne sera pas refroidi par le mouvement de l'air sur sa face arrière. La température du volume verrier monte, ce qui se traduit, soit par la casse, soit par un ramollissement du joint périphérique du double vitrage. Ce joint cessant d'être étanche, le double vitrage est embué, phénomène fréquent en toiture. De manière plus ordinaire, des ombres portées tranchant sur des parties exposées sous certains angles provoquent des différentiels de dilatation générateurs



de casse thermique. Ce sera le cas quand des stores extérieurs ne seront qu'à demi-descendus sur des vitrages fortement exposés au soleil. De manière similaire, il est courant que des baies coulissantes soient entrouvertes en véranda, en balcon, etc. La partie de recouvrement des deux vantaux contient un volume d'air supplémentaire augmentant localement l'isolation de la paroi vitrée. Il en résulte un différentiel de température entre les zones à recouvrement et les autres, conduisant à la casse du vitrage sous une exposition au soleil prolongée. Mis à part ces sinistres dus à des erreurs de prescription ou d'usage, les vitrages isolants sont des produits coûteux requérant des technologies d'assemblage complexes, dont les performances doivent être garanties dans la durée. D'où l'importance de la certification des produits par Ceval, afin d'éviter la prescription de produits provenant de sites de fabrication moins strictement contrôlés.

PERSPECTIVES POUR LE VERRE

Le verre offre sa polymorphie à la création de nouveaux effets: il peut devenir méconnaissable ou même invisible en tant que tel. Il est dommage d'utiliser le verre uniquement en volumes standards sans mettre à profit la créativité d'artistes intéressés par le matériau. Pourtant la maîtrise d'œuvre est encore réticente lorsqu'il s'agit de faire appel à leur concours. En dehors de quelques réalisations

exceptionnelles, les applications de la sérigraphie ou de l'émaillage, pour ne citer que celles-là, restent relativement basiques; les ressources du verre restent de fait inexploitées. Le développement de l'usage du verre est freiné par le coût qu'on lui prête, alors qu'à qualité ou richesse de finition égale, il est difficile de trouver des matériaux moins chers. Autre entrave: l'attitude des bureaux de contrôle et le coût de montage d'un dossier d'Atex (attestation de technique expérimentale) pour ces mêmes organismes de contrôle. Le coût d'étude spécifique exigée pour un chantier Atex peut largement dépasser le coût de l'ouvrage terminé posé, fournitures comprises, pour de petits ouvrages, et donc en doubler ou en tripler le budget. C'est une menace qui pèse sur la créativité des artisans transformateurs du verre, au profit d'un nombre limité de modèles industriels.

Service lecteur n°1 Hexcel Fabrics
Service lecteur n°2 Pilkington
Service lecteur n°17 DuPont de Nemours,
Service lecteur n°18 Glaverbel
Service lecteur n°19 Glastroesch Euroglas
Service lecteur n°20 Saint-Gobain
Service lecteur n°21 Ceval
Service lecteur n°22 GIE La Maîtrise solaire Screenglass
Service lecteur n°23 Ferrari
Service lecteur n°24 Everlite Concept
Service lecteur n°25 Bernard Pictet