

Sommaire

Présentation	3	Conception détaillée des ouvertures	73
Normes, recommandations et exigences	7	1. Quelles formes de fenêtre choisir ?	73
1. Exigences RT 2005 - 2012.....	7	2. Quelles améliorations peut-on apporter à une fenêtre pour favoriser la pénétration de la lumière ?.....	78
2. Référentiel HQE® (haute qualité environnementale dans les bâtiments).....	10	3. Quels systèmes pour améliorer l'éclairage en fond de pièce ?	83
3. Autres normes et recommandations	12	4. Comment améliorer la pénétration de la lumière grâce aux facteurs de réflexion internes ?	88
4. Proposition de cahier des charges « exigences accrues » en éclairage naturel	24	5. Comment éclairer les espaces aveugles ?	91
La qualité des espaces éclairés	31	Conception détaillée des toitures	97
1. Définition de la qualité lumineuse	31	1. Quel est l'apport de lumière de fenêtres en toiture ?.....	97
2. Caractérisation de la pénétration de la lumière naturelle	35	2. Quel est l'apport de lumière grâce aux lanterneaux à parois verticales ?.....	102
2.1 Caractérisation du ciel	36	Protections solaires	109
2.2 Durée d'utilisation du bâtiment.....	37	1. Vitrages clairs/Vitrages diffusants	109
2.3 Estimation des consommations en éclairage électrique	38	2. Que penser des vitrages colorés ?.....	113
2.4 Augmentation de la pénétration de lumière naturelle.....	39	3. Que penser des toiles screens ?.....	115
2.5 Masque et orientation	39	4. Comment piloter les stores vénitiens et les brise-soleil orientables ?	118
2.6 Latitude.....	40	5. Quel est l'intérêt des stores bannes ?.....	121
Organisation du bâtiment en fonction de la lumière naturelle	43	Proposition de bâtiments à éclairage naturel maximal	127
1. Quelle orientation choisir pour les fenêtres ?.....	43	1. Types d'immeubles considérés.....	127
2. Quelle est l'influence des obstructions sur les niveaux d'éclairement à l'intérieur d'un bâtiment ?.....	46	2. Apports lumineux depuis des patios intérieurs	132
3. Quelle forme de bâtiment privilégier ?.....	49	Annexe 1 : Méthode de diagnostic en éclairage naturel	137
4. Quelle est la fraction de surface vitrée minimale en façade et en toiture ?.....	52	Annexe 2 : Conditions climatiques nécessaires pour les mesures de FLJ sur le terrain	153
5. Quelle est la profondeur de la pénétration de la lumière à l'intérieur d'un bâtiment ?	55	Glossaire	159
6. Où placer les circulations ?.....	57	Références bibliographiques	163
7. Comment dimensionner les seconds jours ?.....	59		
8. Quelle répartition des facteurs de lumière du jour grâce aux puits de lumière et aux cheminées de lumière ?	64		

Normes, recommandations et exigences

Dans ce chapitre, nous allons passer en revue un certain nombre de normes et de recommandations relatives à l'éclairage naturel disponibles en France et dans divers autres pays. Pour chacune d'elles, un court exposé permettra de mieux les comprendre, d'apprendre à les interpréter pour les utiliser, voire pour dépasser leur niveau d'efficacité.

1. Exigences RT 2005 – RT 2012

■ RT 2005

L'objectif affiché dans les textes est d'améliorer de 15 % la performance énergétique des constructions neuves. En ce qui concerne l'éclairage, les objectifs sont de renforcer les exigences de l'article 26, qui demande de réduire la puissance électrique installée et de passer de 16 à 12,6 W/m² dans les bureaux, tout en améliorant les performances des appareillages.

Du point de vue de l'éclairage naturel, la RT 2005 améliore nettement les versions précédentes en estimant les apports en lumière du jour heure par heure.

La méthode est celle des règles Th-CE 2005. À chaque heure, la consommation électrique due à l'éclairage électrique est obtenue à partir de :

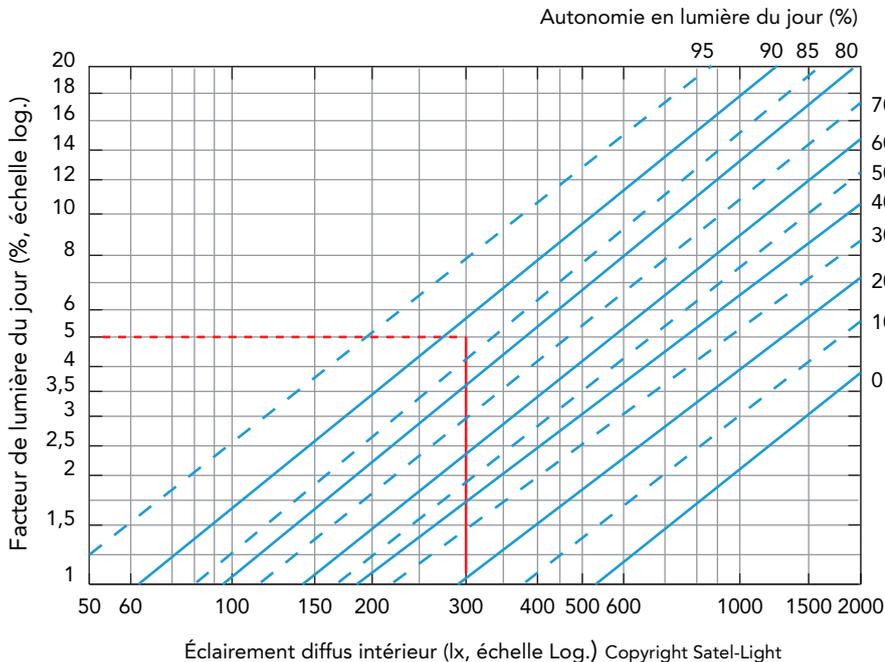
- la puissance installée : elle correspond à l'ensemble des dispositifs d'éclairage fixes. Lorsqu'un éclairage de complément est nécessaire pour obtenir le niveau recommandé, il est considéré que son efficacité est de 5 W/m² pour 100 lx. Lorsqu'aucun dispositif d'éclairage n'est défini, la puissance installée de référence est multipliée par 1,5 ;
- le type de dispositif de gestion de l'éclairage : le coefficient associé au dispositif est de 0,7 pour un détecteur de présence, 0,8 pour une horloge et 0,9 pour un interrupteur manuel ;
- l'accès à la lumière du jour ; trois cas sont prévus :
 - accès effectif : pour les locaux de moins de 10 m d'épaisseur, pour les locaux dont la profondeur est inférieure ou égale à 2,5 fois la hauteur sous linteaux ou pour les locaux disposant d'ouvertures en toiture,
 - accès nul : pour les parties des locaux sans baies situées à moins de 5 m des parois extérieures si ces parois sont sans interdiction de percement par des règles d'urbanisme,
 - accès impossible : pour les autres locaux ou parties de locaux ;
- l'éclairement naturel intérieur :
 - il est basé sur le rayonnement solaire auquel est attribué une efficacité lumineuse de 100 lm/W,
 - il prend en compte les masques extérieurs ainsi que les protections solaires mobiles,
 - il est obtenu à partir de l'éclairement vertical diffus équivalent E_v sur le plan de l'ouverture,

2.3 Estimation des consommations en éclairage électrique

Si l'on sélectionne le niveau d'éclairement à partir duquel l'éclairage artificiel peut être éteint, il est possible d'estimer des consommations en électricité pour l'éclairage. On peut ainsi dire que plus la valeur de FLJ, en un point donné, est élevée, plus l'éclairement qui sera dépassé pendant un temps donné sera élevé. On observe ainsi un système à trois paramètres :

- facteur de lumière du jour ;
- niveau d'éclairement de référence (lx) ;
- pourcentage du temps de dépassement de cet éclairement, soit l'autonomie en éclairage naturel, en pourcentage.

Afin de relier ces trois paramètres, des abaques peuvent être produits pour différents climats. Dans l'exemple ci-dessous, pour la ville de Lyon, si l'on désire un niveau d'éclairement intérieur de 300 lx et une autonomie de fonctionnement en éclairage naturel de 90 %, on lit sur le graphe ci-dessous qu'un FLJ de 5 % est alors nécessaire.



Graphe reliant l'éclairement requis, l'autonomie et le facteur de lumière du jour (site : Lyon).

Le facteur de lumière du jour est évalué dans des conditions de ciel couvert. L'hypothèse de calcul est que, lorsque le soleil frappe la baie, l'occupant ajuste probablement le store sans pour autant le fermer complètement et allumer l'éclairage artificiel. On fait alors l'hypothèse que la quantité de lumière naturelle pénétrant dans le local est ainsi voisine de la lumière provenant du ciel seul, le store étant ouvert. La consommation en éclairage électrique s'évalue alors par :

$$C_{\text{ecl}} = (1 - a/100) \times P \times d$$

C_{ecl} = consommation annuelle pour l'éclairage en kWh/m²

avec :

a : autonomie en % ;

P : puissance électrique W/m² ;

d : durée en heures par an.

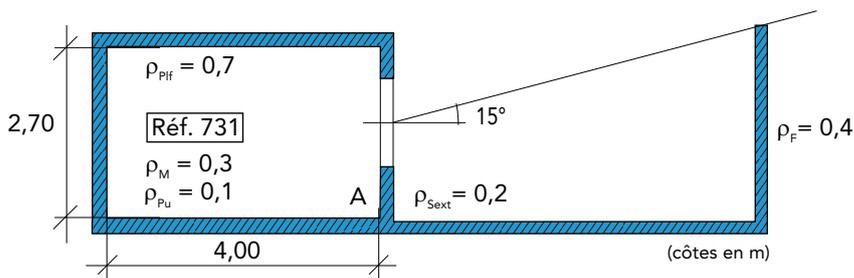
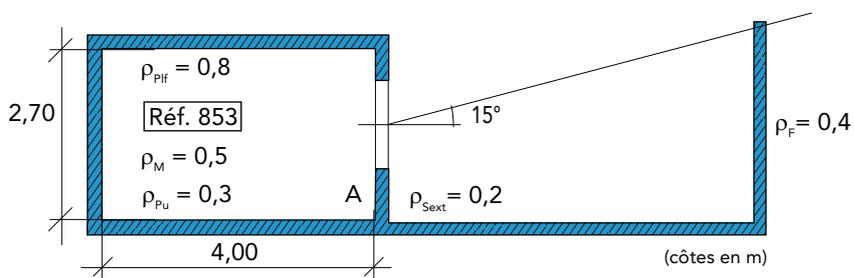
Conception détaillée des ouvertures

1. Quelle forme de fenêtre choisir ?

Pour des conditions climatiques de référence, comme un ciel couvert standard, les seuls éléments susceptibles d'affecter l'éclairement sur une paroi vitrée verticale sont les obstructions (proches et lointaines) et les facteurs de réflexion des parois des façades et des sols extérieurs. Si ces conditions sont fixées, alors la répartition de la lumière dans la pièce ne dépend plus que de la forme et de la position de la baie vitrée dans la façade.

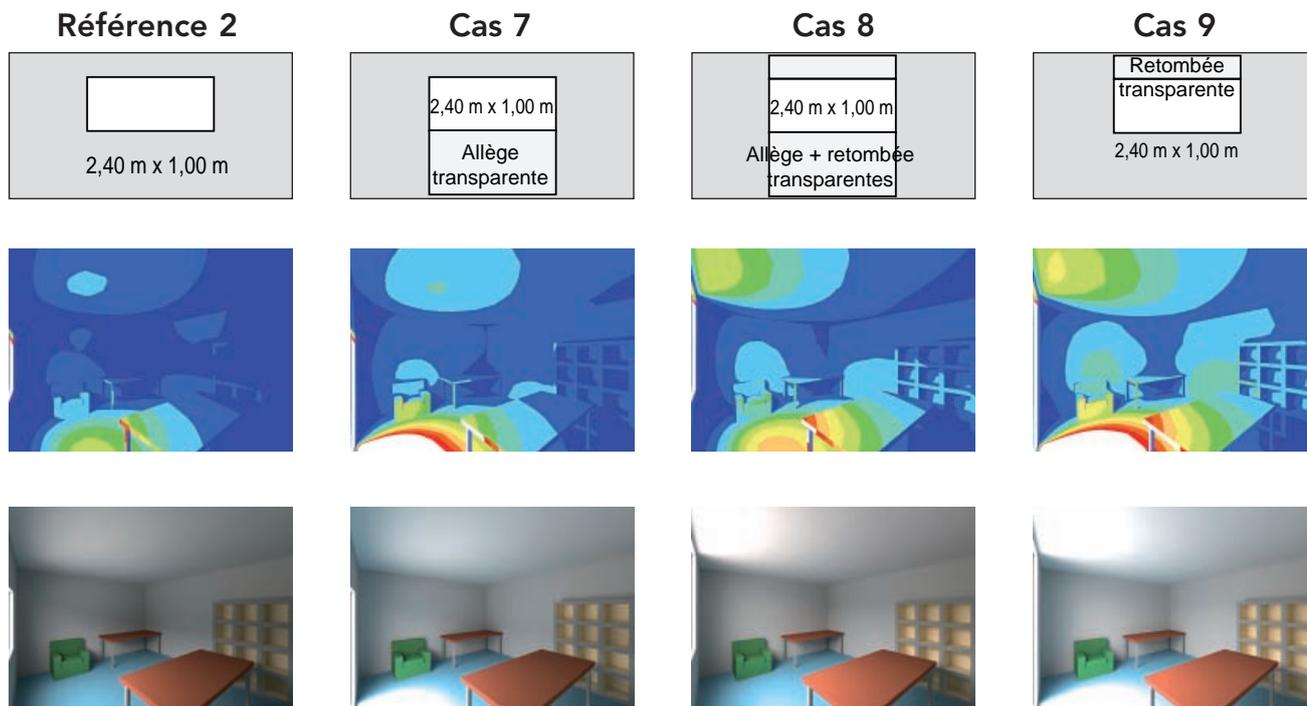
Deux exemples de forme et de positionnement de fenêtres en façade

Nous avons voulu étudier cet aspect en comparant, à surface vitrée égale, l'effet de la forme et de la position de la fenêtre dans la pièce. Pour cela nous avons sélectionné six cas d'études qui sont décrits dans les schémas ci-dessous.

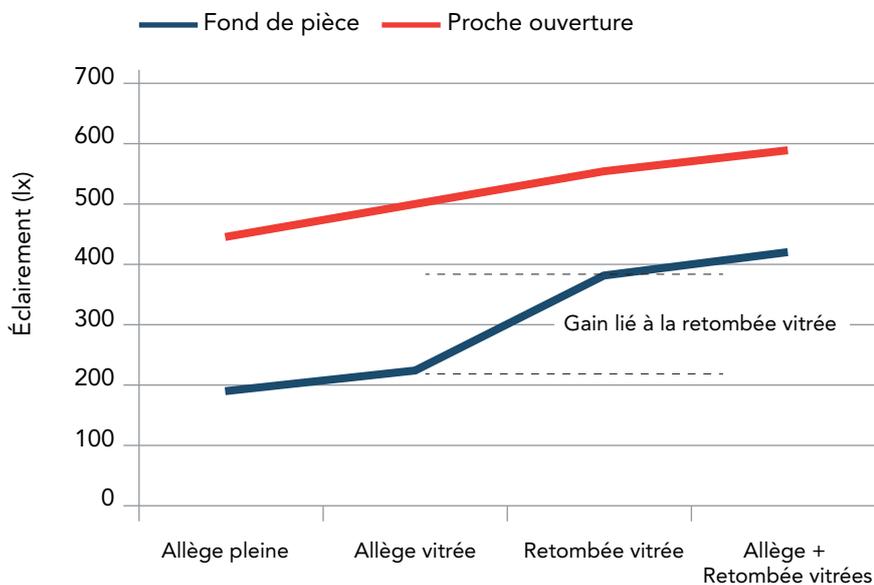


Description des six configurations de fenêtres utilisées pour les comparaisons. La surface vitrée est identique (3,12 m²), ce qui correspond à un indice de vitrage de 15 %.

Cas	Largeur (en m)	Hauteur (en m)	Allège (en m)
Référence 1	2,40	1,30	1,00
Cas 2	2,40	1,30	1,30
Cas 3	4,80	0,65	1,95
Cas 4	4,80	0,65	1,30
Cas 5	1,76	1,76	0,85
Cas 6	1,30	2,40	0,20



L'apport de l'allège est de 30 à 35 lx en moyenne sur la table près de l'ouverture (pour un éclairement initial moyen de 460 ou 550 lx) et apporte 35 à 40 lx en moyenne sur la table du fond (pour un éclairement initial moyen de 190 ou 380 lx).



La retombée – ou partie haute au-dessus de l'ouverture vitrée – permet de doubler les niveaux d'éclairement en fond de pièce.

De même, la forte exposition à la lumière et au soleil augmente considérablement les apports solaires, ce qui nécessite, surtout pour les climats les plus chauds, de munir le dispositif d'une protection solaire (volet roulant, par exemple).

La recherche de l'obscurité à l'intérieur en condition diurne nécessite des protections encore plus occultantes que pour les baies verticales, du fait de la forte exposition des ouvertures inclinées à la lumière naturelle.

En toiture, en raison des faibles obstructions externes, les apports lumineux des prises de jour sont beaucoup plus élevés qu'en façade.

Les apports lumineux des fenêtres en toiture sont très élevés. Celles-ci s'avèrent être d'excellentes solutions au-dessus de plans de travail nécessitant des quantités élevées de lumière.



Ce qu'il faut retenir

À surface vitrée identique, une surface en toiture peut apporter jusqu'à quatre fois plus de lumière sur le plan utile qu'une fenêtre classique en façade, parce que son inclinaison favorise l'éclairage du plan utile, et qu'elle est souvent libre de toute obstruction.

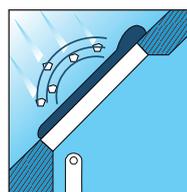
Ainsi, on peut envisager de placer en toiture une surface vitrée égale au quart de la surface que l'on aurait sélectionnée si la fenêtre avait été verticale.

En fait, pour des raisons de transparence et de recherche de contact avec l'extérieur, on tend à utiliser souvent une surface vitrée un peu plus grande, ce qui impose d'être très vigilant quant à l'usage d'une protection solaire complémentaire.

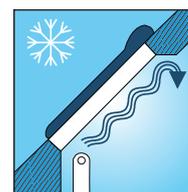
L'emploi de vitrages en toiture pour des pièces de logement ou de travail nécessite de bien adapter les protections solaires (extérieures), les éventuels stores d'occultation et les stratégies de ventilation.



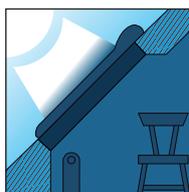
Protection solaire
95 % de la chaleur arrêtée



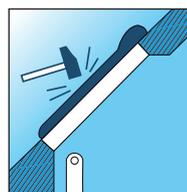
Isolation phonique
Bruits d'impact divisés par 4 (pluie, grêle).



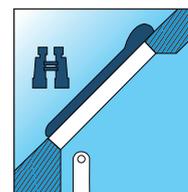
Isolation thermique
Économie d'énergie



Occultation
Obscurité complète dans la pièce



Sécurité renforcée
Dissuasif contre l'effraction



Préservation de l'intimité

Les techniques de fenêtres en toiture sont en pleine évolution et l'offre actuelle comprend un certain nombre de dispositifs à haute efficacité (vitrages isolants à la fois sur le plan thermique et acoustique, volets roulants extérieurs, stores plus ou moins occultants à l'intérieur, gestion des vues, sécurité contre l'intrusion, etc.).