

Lumière diffuse : **le ciel**



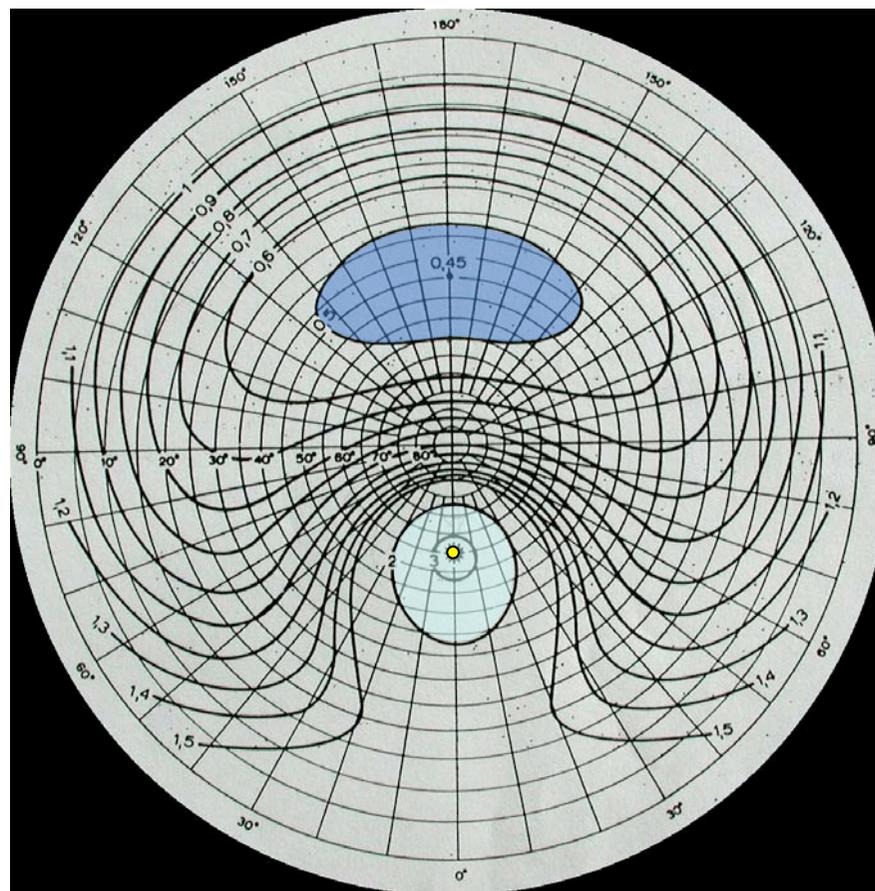
La matinée était encore fraîche, le ciel d'un gris pâle et mat recouvrait Delft tel un drap [...]. Le canal que je longeais était un miroir de lumière blanche moirée de vert.

Tracy Chevallier "La jeune fille à la perle".

Le ciel serein : Répartition des luminances

Lorsque le ciel est dégagé, on observe une zone de luminance maximale à proximité de la position du soleil.

La zone la plus sombre se situe à 90° environ de la position du soleil, en passant par le zénith.

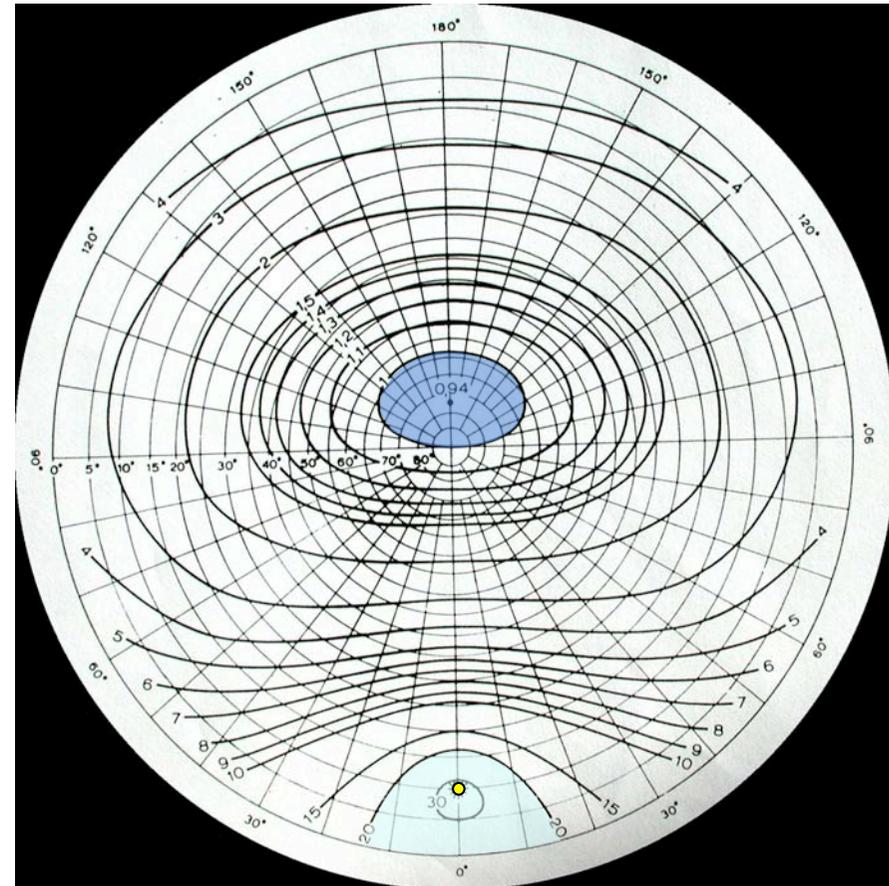


Répartition des luminances : ciel d'été, à midi

Le ciel serein : Répartition des luminances

Lorsque le ciel est dégagé, on observe une zone de luminance maximale à proximité de la position du soleil.

La zone la plus sombre se situe à 90° environ de la position du soleil, en passant par le zénith.



Répartition des luminances : soleil à l'horizon

Le ciel serein : Répartition des luminances

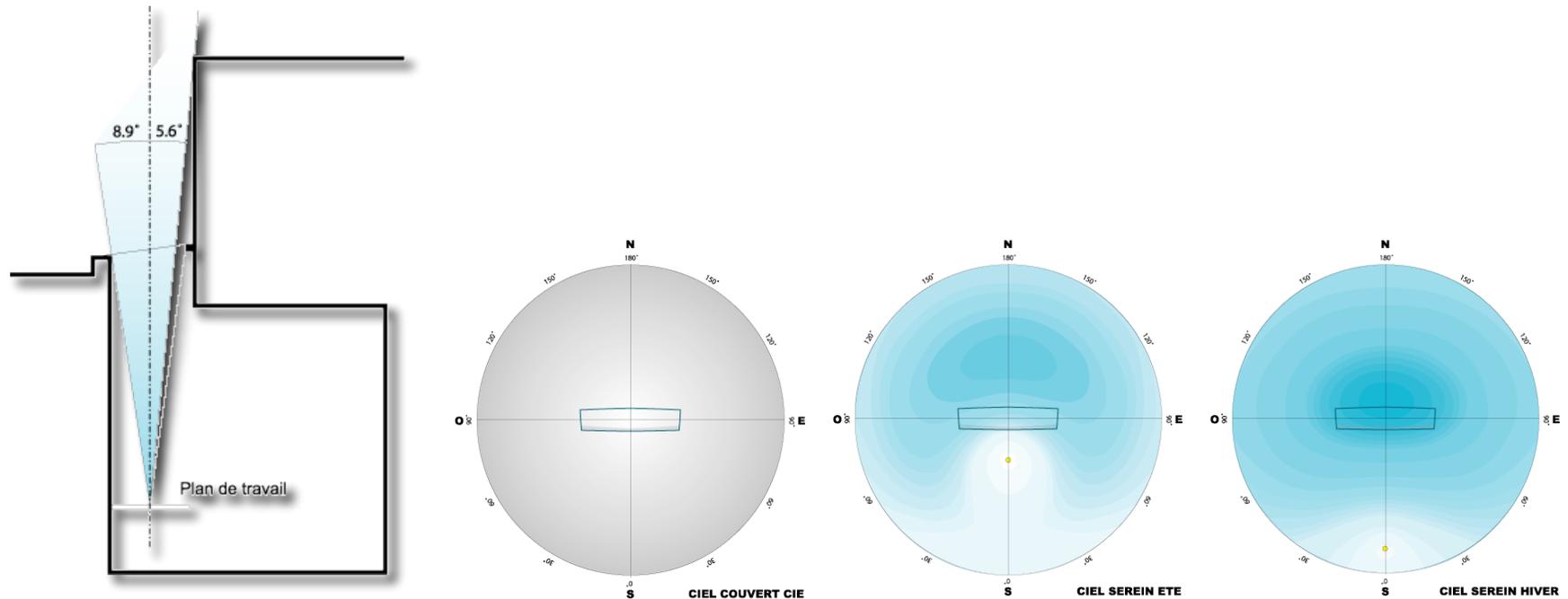
Lorsque le ciel est dégagé, on observe une zone de luminance maximale à proximité de la position du soleil.

La zone la plus sombre se situe à 90° environ de la position du soleil, en passant par le zénith.



Photographie « fish-eye » d'un ciel clair avec soleil à l'horizon

Le ciel serein : Effets



Une ouverture zénithale qui « regarde » le zénith fait face à une zone « sombre » lorsque le ciel est dégagé.

Le ciel couvert : **Variabilité**

La distribution des luminances d'un ciel couvert est éminemment variable.

Seules les couvertures nuageuses épaisses induisent une relative uniformité.



Le ciel couvert : **Variabilité**



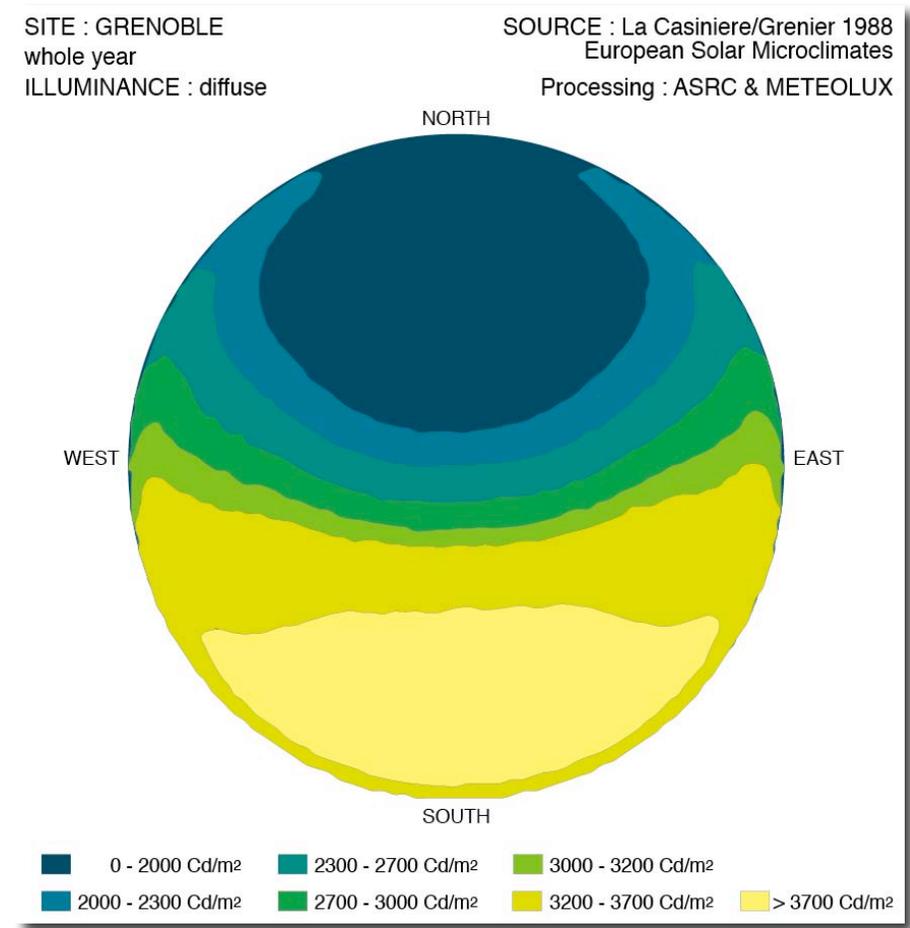
Les variations d'intensité, de teinte, de directions, ...etc, de la lumière en provenance d'un ciel diffus sont infinies.

Le ciel couvert : **distribution des luminances**

• **Orientation**

En cumul annuel, la partie Nord de la voûte céleste est la moins lumineuse.

En conséquence, les locaux dont les ouvertures donnent sur cette orientation seront nettement défavorisés.

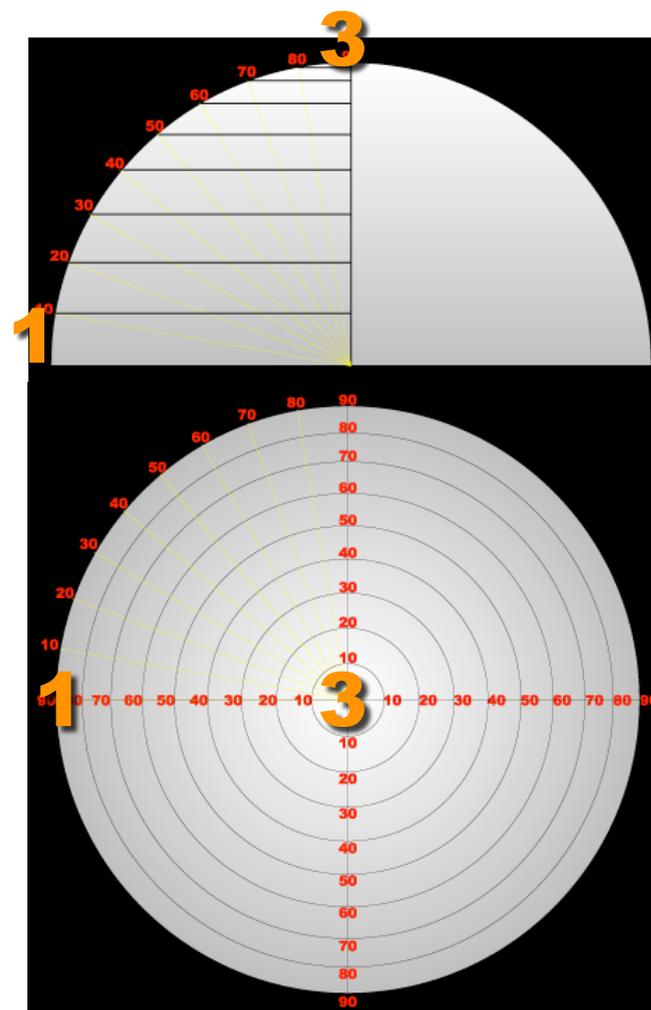


Le ciel couvert : modèle « CIE »

Le ciel couvert «CIE» a été choisi par la *Commission Internationale de l'Eclairage* comme modèle de distribution des luminances représentatif pour simuler les apports de lumière naturelle diffuse et pour le calcul des valeurs de facteurs de lumière du jour (FLJ)

Dans ce modèle, la luminance au zénith est 3 fois supérieure à celle de l'horizon.

Pour un éclairage horizontal de 10 000 lux, la luminance au zénith est de 4094 cd/m² et de 1364cd/m² à l'horizon.



Le ciel couvert : en bref

Potentiel

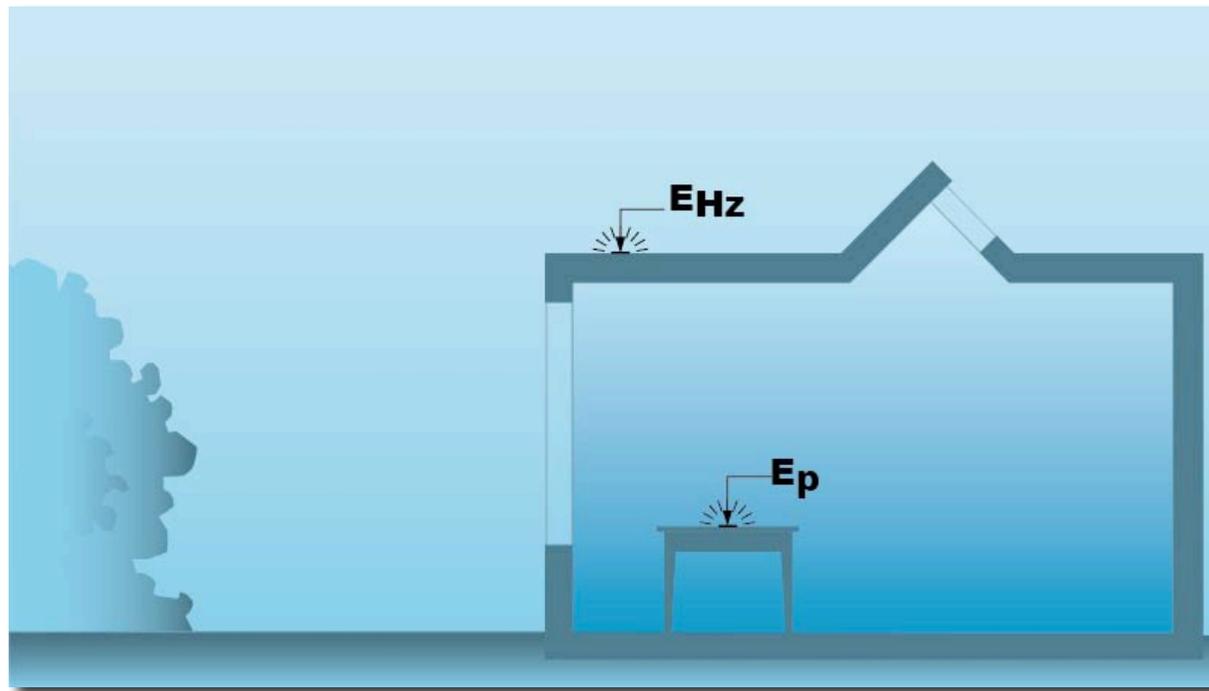
- Disponibilité → A priori 4380 h/a (moyenne de 12h par jour)
- Etendue → Source omnidirectionnelle peu éblouissante
- Energie → Peu de chaleur véhiculée

Recommandation

- Géométrie → Aller chercher la lumière vers le haut
- Orientation → Privilégier les orientations Sud

Le ciel couvert : **Facteur de lumière du jour**

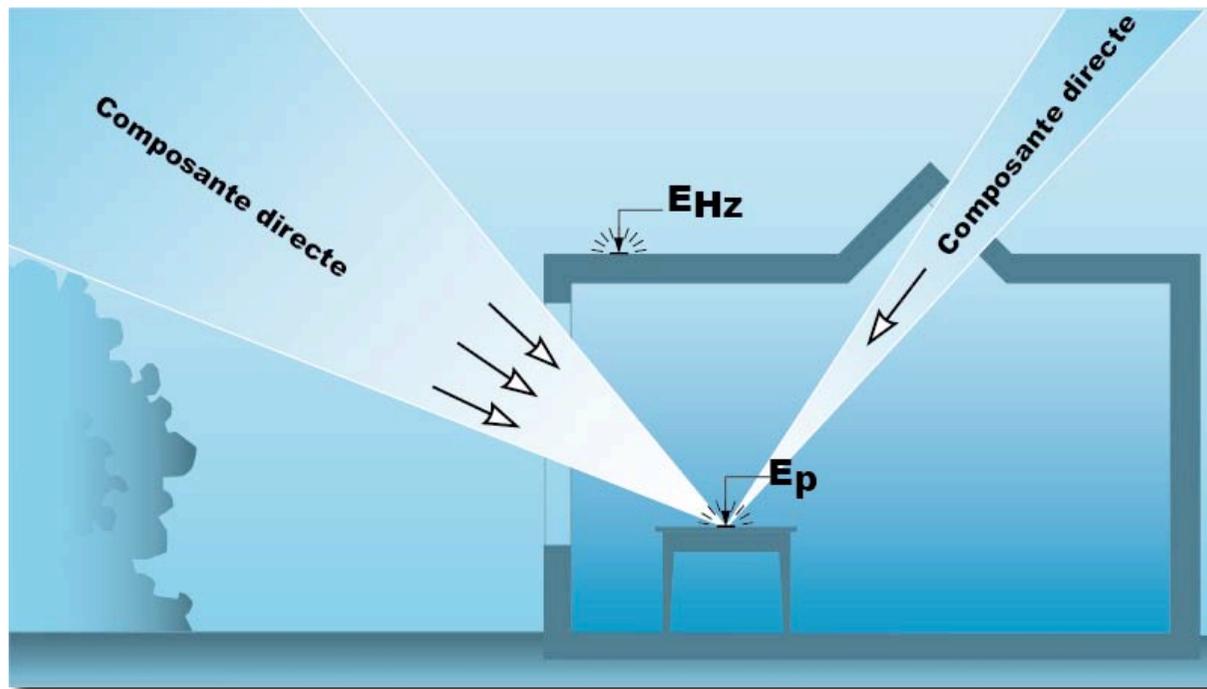
Le facteur de lumière du jour (FLJ) exprime le rapport entre les éclairagements intérieur et extérieur, mesurés par ciel couvert (CIE).



$$\text{FLJ} = E_p / E_{H_z} \quad [\%]$$

Le ciel couvert : **Facteur de lumière du jour**

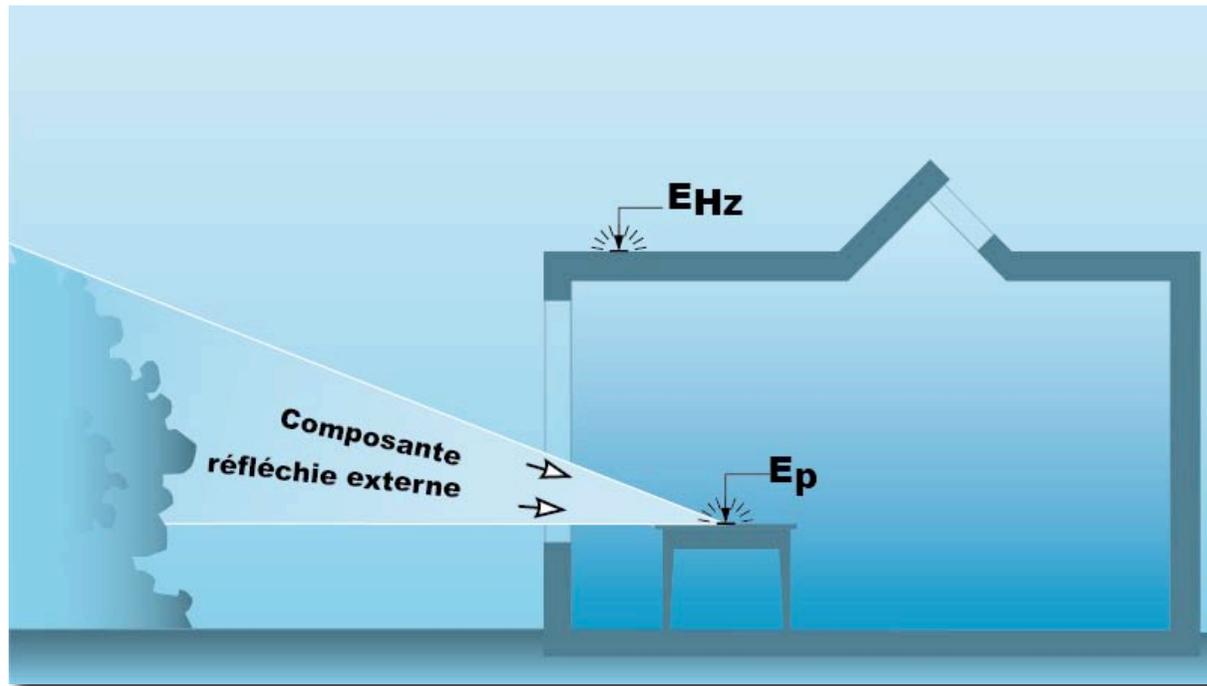
La **composante Directe** représente entre 50% et 75% de la valeur moyenne du FLJ



La composante **Directe** est particulièrement élevée dans les zones proches des ouvertures

Le ciel couvert : **Facteur de lumière du jour**

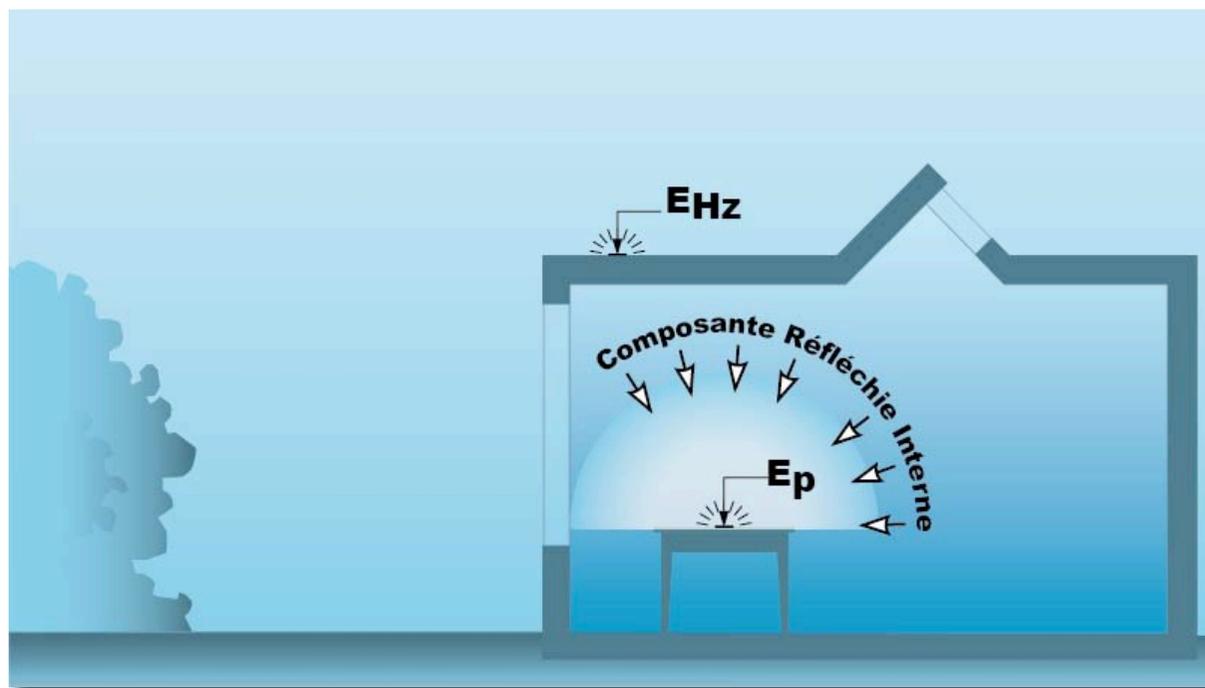
La **composante Réfléchie Externe** représente entre 20% et 35% de la valeur moyenne du FLJ



La composante **Réfléchie Externe** est prépondérante en environnement urbain

Le ciel couvert : **Facteur de lumière du jour**

La **composante Réfléchie Interne** représente entre 5% et 15% de la valeur moyenne du FLJ



La composante **Réfléchie Interne** est particulièrement élevée en fond de local

Facteur de lumière du jour : Valeurs typiques

CIBLE

Facteur de lumière du jour	Moins de 1%	de 1% à 2%	de 2% à 4%	de 4% à 7%	de 7% à 12%	Plus de 12%
	Très Faible	Faible	Modéré	Moyen	Elevé	Très Elevé
Zone considérée	Zone éloignée des fenêtres (distance supérieure à 3 fois la hauteur de la fenêtre).			Zone à proximité des fenêtres ou sous des lanternaux		
Impression de clarté	Sombre à peu éclairé		Peu éclairé à Clair		Clair à très clair	
Remarques	Convient aux zones de circulation, stockage etc.		Convient aux locaux de travail		Attention aux éblouissements	
Impression visuelle	Cette zone-----semble être séparée-----			-----de cette zone		
Ambiance	Le local semble être refermé sur lui-même			Le local s'ouvre vers l'extérieur		

En dessous de 1%, les conditions ne sont pas favorable pour un poste de travail

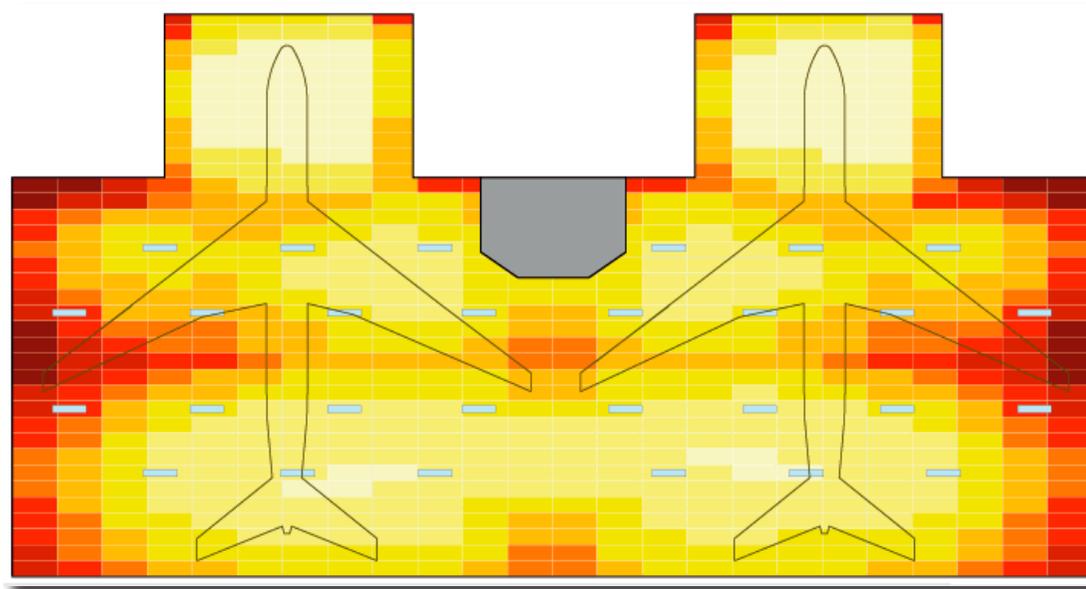
Au dessus de 7%, les risques d'éblouissement sont importants

Facteur de lumière du jour : **Référenciel HQE**

<p>Facteur de lumière du jour (FLJ) jusqu'à une certaine profondeur ⁽³⁾</p> <p>Conditions particulières ⁽⁴⁾ :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réduire les seuils de 0,5% quand les locaux sont utilisés de façon intermittente - Réduire les seuils de 0,5% quand un travail sur écran est prévu - Réduire les seuils de 0,5% en zones climatiques d'été Ec et Ed de la RT 2000 	<p>Bureaux :</p> <p>FLJ $\geq 2\%$ dans au moins 80% des locaux, FLJ $\geq 1,5\%$ pour le reste</p>	<p>BON</p>
	<p>Salles d'enseignement :</p> <p>FLJ $\geq 2\%$ dans au moins 80% des locaux, FLJ $\geq 1,5\%$ pour le reste</p>	
	<p>Bureaux :</p> <p>FLJ $\geq 2,5\%$ dans au moins 80% des locaux, FLJ $\geq 2\%$ pour le reste</p>	<p>PERFORMANT</p>
	<p>Salles d'enseignement :</p> <p>FLJ $\geq 2,5\%$ dans au moins 80% des locaux, FLJ $\geq 2\%$ pour le reste</p>	

Autonomie en éclairage naturel

L'autonomie en éclairage naturel représente la fraction de temps pendant laquelle l'éclairement intérieur requis sera atteint ou dépassé sans faire recours à la lumière artificielle.

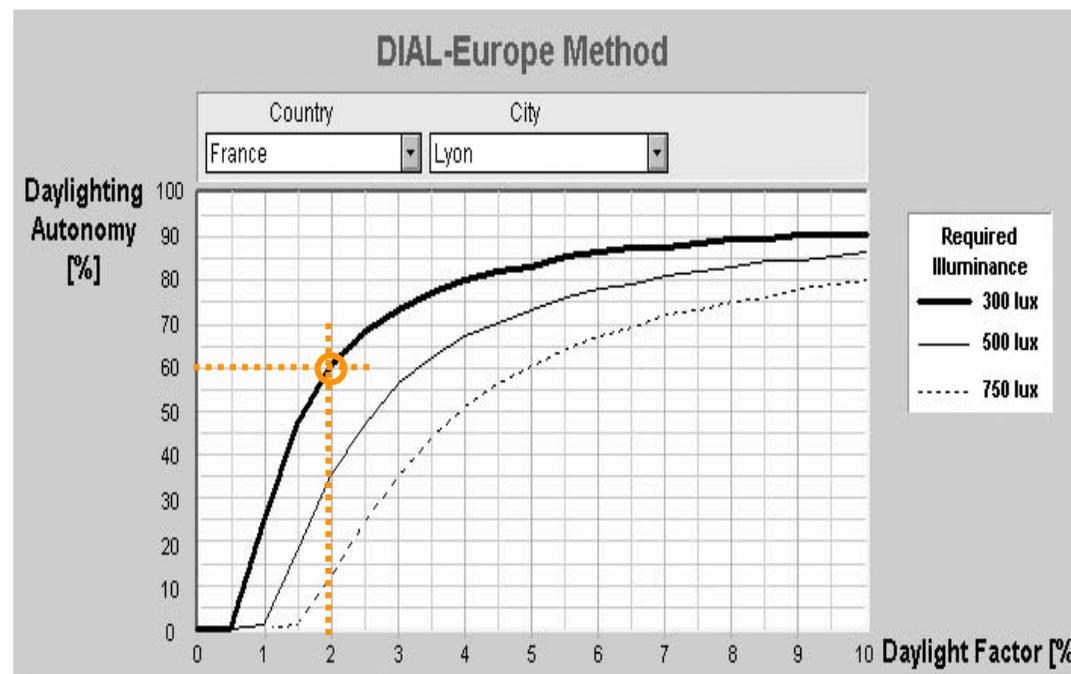


L'autonomie est généralement calculée annuellement pour la période 8h-18h

Autonomie : Facteurs importants

L'autonomie en éclairage naturel dépend :

- du **facteur de lumière du jour**
- de l'**éclairage requis**

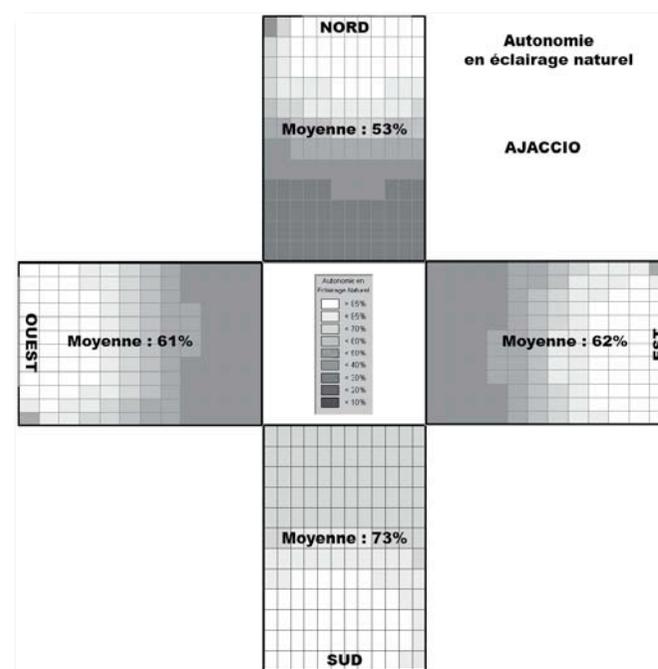
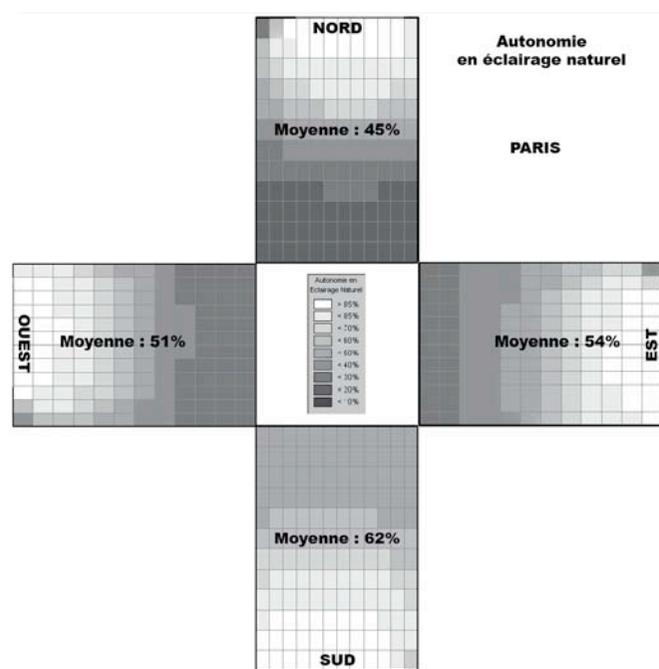


Autonomie en fonction du FLJ et de l'éclairage requis (DIAL-Europe)

Autonomie : Facteurs importants

L'autonomie en éclairage naturel dépend :

- de la latitude
- de l'orientation



Valeurs d'autonomie pour un local présentant diverses orientations et deux localisations différentes

Autonomie : Objectifs de performance

VALEURS CIBLES VALEURS LIMITES	300 lux	400 lux	500 lux
	65%	55%	45%
	55%	45%	35%

HYPOTHESES

Vitrage double :

$$TI = 0.80$$

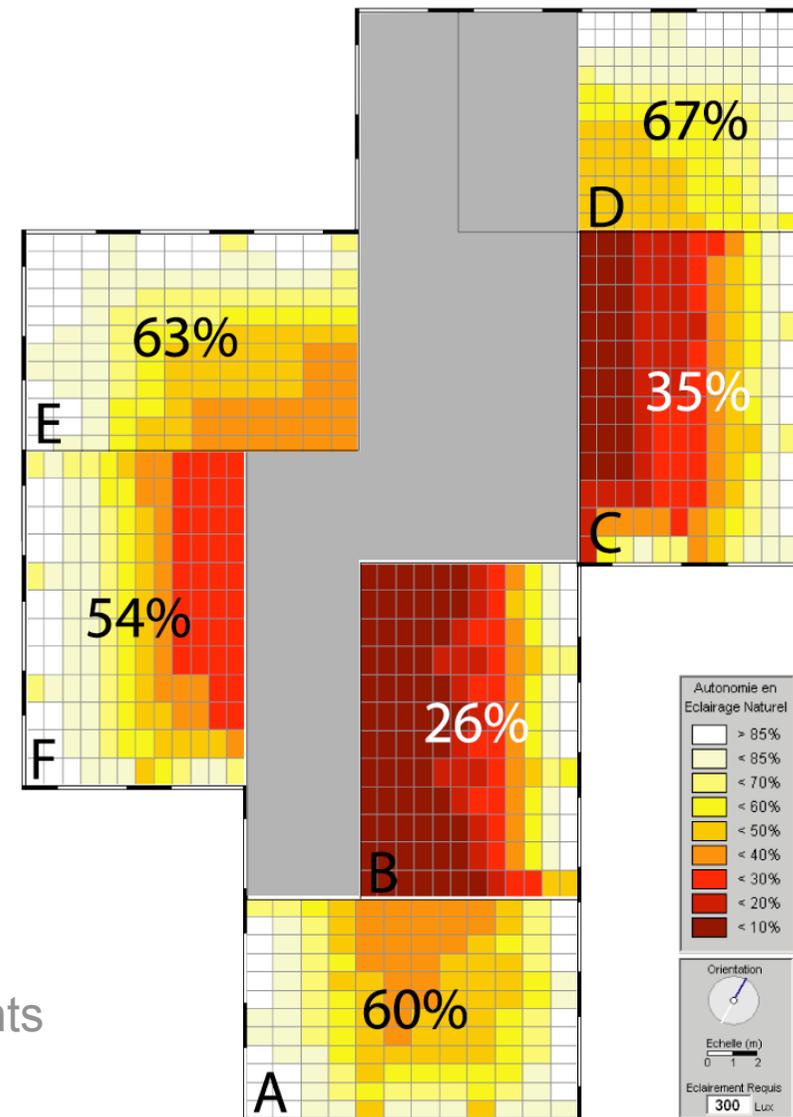
Indice d'ouverture :

$$15\%$$

Parois «claires» :

$$(\rho_{sol} = 0.3, \rho_{murs} = 0.5, \rho_{plafond} = 0.7)$$

Autonomie : Exemple



La connaissance des valeurs d'autonomie permet de décider de l'affectation des différents locaux d'un bâtiment

Autonomie : **Le cas des musées**

Pour les musées !

A partir du facteur de lumière du jour on peut calculer l'autonomie en relation avec le niveau d'éclairement recommandé sur les oeuvres.

On peut ensuite en déduire le **degré « d'exposition »** d'une oeuvre donnée en calculant la dose de lumière reçue par an (Lux-Heures)

