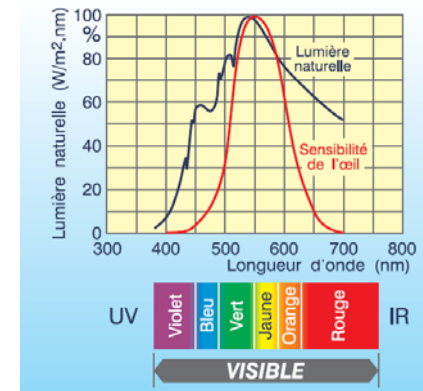




L'éclairage naturel

jf.autissier@alto-ingenierie.fr

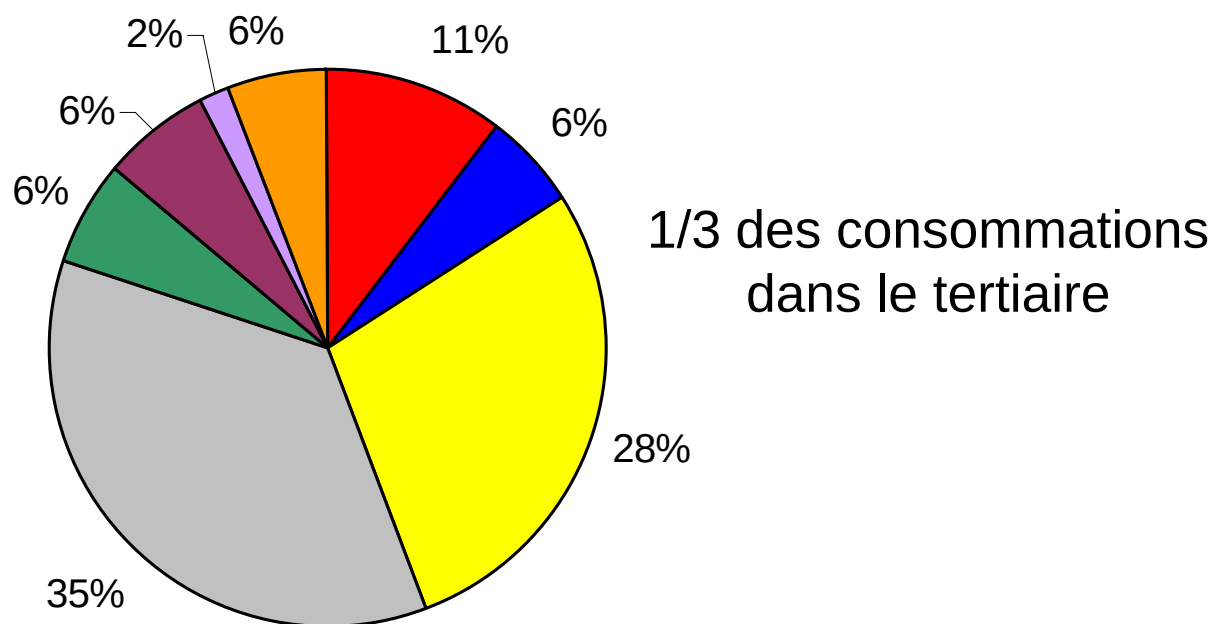
Le confort



L'énergie



Répartition des consommations en kWh/m².an

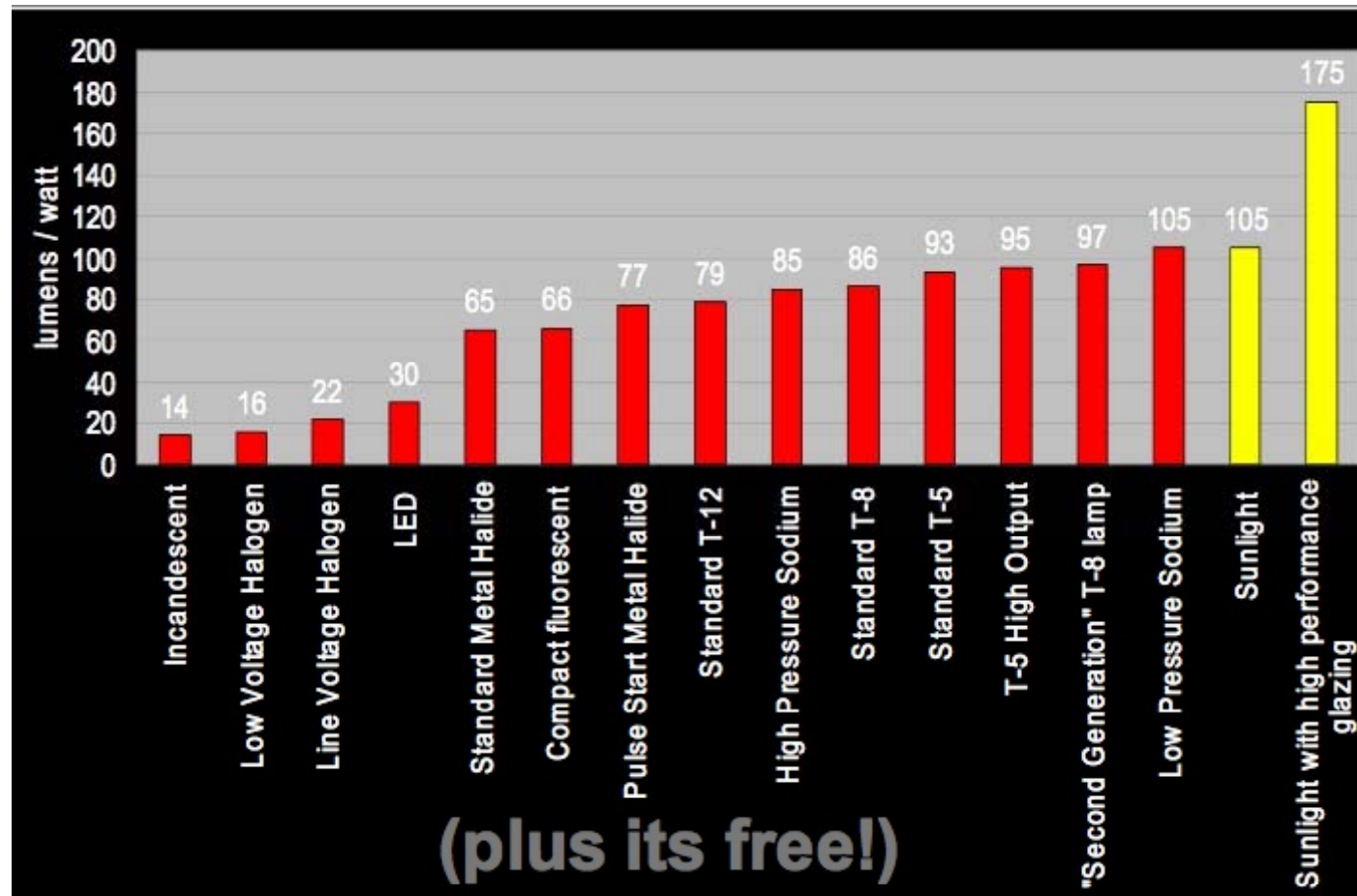


■ Chaud ■ Froid ■ Eclairage ■ Informatique ■ CTA ■ Ascenseurs ■ Auxiliaires ■ ECS

L'énergie



Paradoxalement la lumière naturelle est l'une des plus efficace !

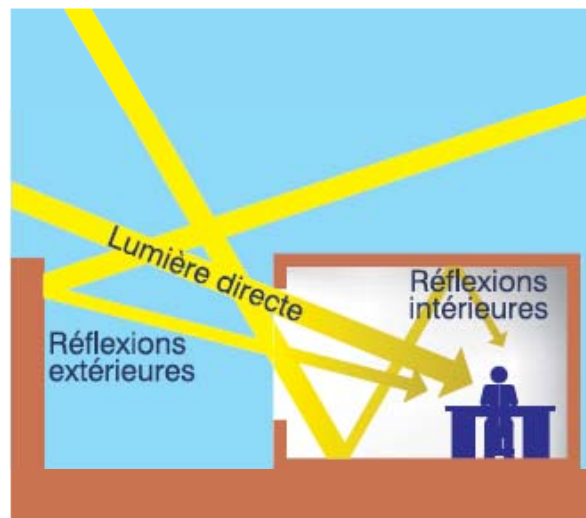
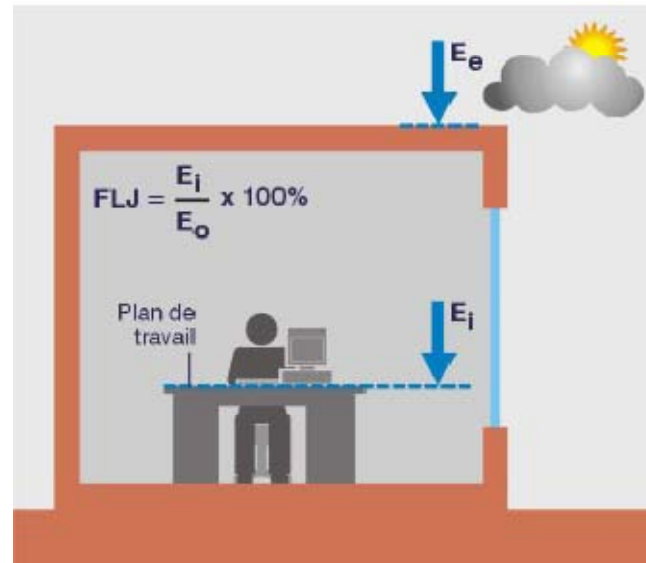


(Source : David Kaneda, AIA)



Le facteur de lumière du jour FLJ :

L'indicateur le plus utilisé mais aussi le plus incomplet.



Credit Reference	HEALTH & WELLBEING	Points	Design & Procurement
HW01	Where at least 80% of net lettable office floor area is adequately daylight.	1.154	
HW02	Where evidence provided demonstrates that all desks are within a 7m radius of a window.	1.154	
HW03	Where evidence provided demonstrates that an occupant controlled glare control system (e.g. internal or external blinds) is fitted.	1.154	
HW04	Where evidence provided demonstrates that high frequency ballasts are installed on all fluorescent and compact fluorescent lamps.	1.154	
HW05	Where evidence provided demonstrates that all internal and external lighting, where relevant, is specified in accordance with the appropriate maintained illuminance levels (in lux) recommended by CIBSE.	1.154	

BREEAM Schools
Section 14 : Pre-Assessment Estimator

Credit Reference	Points	Points Achieved
HW01	Where evidence is provided to demonstrate that either; At least 80% of occupied spaces will be adequately and evenly daylight with an average daylight factor exceeding 2%. OR Where all spaces will be adequately daylight with an average daylight factor exceeding 4% in single storey and 3% in multi-storey buildings. NOTE: These point scores are not cumulative, simply award the appropriate points score corresponding to the predicted level of achievement.	
	0.83	
	1.66	
HW02	Where evidence provided demonstrates that all desks are within a 7m radius of a window.	0.83
HW03	Where evidence provided demonstrates that an occupant controlled glare control system (e.g. internal or external blinds) is specified.	0.83

LEED



Design professionals that concentrate on the architectural aspects of daylighting, i.e. strive for that “interplay of natural light and building form”, often rely on the daylight and views credits 8.1 and 8.2 within the LEED-NC version 2.2 *Indoor Environmental Quality* section for a performance metric (US Green Building Council, 2006). The intent of these two daylighting credits is to provide “a connection between indoor spaces and the outdoors through the introduction of daylight into the regularly occupied areas of the building”(US Green Building Council, 2006). The performance requirements used to meet this intent are a “glazing factor³ above 2%” or “achieve a minimum illuminance level of 250 lux [25fc] on a clear equinox day at noon” in 75% of regularly occupied spaces (daylight credit) and to “achieve a direct line of sight between 90% of all regularly occupied spaces and a vision glazing” (view credit) (US Green Building Council, 2006).

The accompanying LEED reference guide mentions glare control as a common failure for daylighting strategies and recommends the use of shading devices to remedy these problems. However, no further guidance is provided in the reference guide and no metrics exist to quantify the effectiveness of such solar control devices. Research on occupant use of shading devices revealed that once direct sunlight is incident on a VDT surface, blinds are lowered for hours, days or even months afterwards (Rea M S, 1984; Rubin A I, Collins B L, & Tibott R L , 1978). Even in the case of an ‘active’ user, blinds remain routinely closed for hours after glare conditions have disappeared (Inoue T, Kawase T, Ibamoto T, Takakusa S, & Matsuo Y, 1988; Rea M S, 1984; Reinhart C F & Voss K, 2003). As a consequence, the daylighting intent is compromised, the connection to the outdoors is diminished, and the electric lighting is routinely switched on in many buildings even during daylight hours.

HQE (26/06/2008)



10.1.3. Disposer d'un éclairage naturel minimal dans les zones d'occupation	Facteurs de lumière du jour minimum (FLJ) dans les bureaux et salles d'enseignement dans la « zone d'étude » ⁽⁴⁾ Conditions particulières (non cumulables) : - 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 H1c, H2c, H2d et H3 de la RT 2005	FLJ $\geq 2\%$ pour ⁽⁵⁾ 80% de la surface de la zone d'étude, dans 80% des locaux concernés (en surface) ET FLJ $\geq 1,5\%$ pour ⁽⁵⁾ 80% de la surface de la zone d'étude, dans les 20% de locaux concernés restants (en surface)	B
		FLJ $\geq 2,5\%$ pour ⁽⁵⁾ 80% de la surface de la zone d'étude, dans 80% des locaux concernés (en surface) ET FLJ $\geq 2\%$ pour ⁽⁵⁾ 80% de la surface de la zone d'étude, dans les 20% de locaux concernés restants (en surface)	P
		FLJ $> 2,5\%$ pour ⁽⁵⁾ 80% de la surface de la zone d'étude, dans 80% des locaux concernés (en surface) ET FLJ $> 2\%$ pour ⁽⁵⁾ 80% de la surface de la zone d'étude, dans les 20% de locaux concernés restants (en surface) Pas de réductions de seuils possibles ici.	TP
	Si présence de bureaux paysagers ou de salles d'enseignement très profondes : Dispositions prises pour améliorer l'éclairage naturel des postes de travail de second rang et plus par rapport à la façade.	En complément des niveaux de FLJ demandés ci-dessus pour le niveau TP : Viser un FLJ $\geq 1\%$ ET Etude des conditions d'éclairage naturel ⁽⁶⁾ ⁽⁷⁾	TP

HQE (26/06/2008)



(4) Le calcul s'effectue de la façon suivante pour chaque local :

- Faire la somme totale des surfaces des locaux concernés S (bureaux et salles d'enseignement).
- Délimiter la « zone d'étude » des locaux concernés. La zone d'étude correspond à la zone de profondeur (par rapport à la façade) égale à deux fois la distance verticale entre le plan de travail et le niveau du plafond. Cette zone d'étude est à considérer pour toutes les façades donnant sur l'extérieur.
- Faire un calcul de FLJ dans la zone d'étude de chaque local, en n'oubliant pas de prendre en compte les masques proches et lointains.
- Si le FLJ le plus élevé correspondant au niveau visé (B/P/TP) est respecté dans la zone d'étude du local : comptabiliser la surface totale du local dans une somme de surfaces $S1$.
- Si le FLJ le moins élevé correspondant au niveau visé (B/P/TP) est respecté dans la zone d'étude du local : comptabiliser la surface totale du local dans une somme de surfaces $S2$.
- Faire les sommes $S1$ et $S2$ à l'échelle du bâtiment.
- Appliquer la condition :
 - o Si $S1/S \geq 80\%$,
 - o ET si $S2 = S - S1$,
 - o Alors l'exigence est atteinte.
- Pour le niveau TP, les inégalités sont strictes ($>$ et non $\geq$) et une condition supplémentaire est à remplir pour les locaux profonds (bureaux paysagers notamment, voir notes suivantes).

(5) S = Somme totale des surfaces des locaux concernés (bureaux et salles d'enseignement).

$S1$ = Somme totale des surfaces des locaux respectant l'exigence la plus élevée du FLJ dans la zone d'étude.

$S2$ = Somme totale des surfaces des locaux respectant l'exigence la moins élevée du FLJ dans la zone d'étude.

(6) Viser un FLJ minimum de 1% partout dans le local, en montrant une amélioration par exemple dans la zone d'étude par rapport aux autres locaux moins profonds, et travailler certains paramètres comme les facteurs de réflexion des parois, l'utilisation d'étagères à lumière (reportant une partie de l'éclairement en profondeur), l'utilisation de second jour, le travail sur les parties hautes des bales, etc., pour amener un maximum de lumière naturelle dans les fonds de pièce.

(7) On veillera à ne pas rendre les postes de travail situés en façade inconfortables par un éclairage naturel trop abondant. A cet effet, on pourra adopter des dispositifs mobiles de modulation d'apport de lumière naturelle sur les postes de premier rang sans trop dégrader le FLJ des postes plus éloignés (ex : baie composée d'une partie basse occultable et d'une partie haute). On veillera également à ce que les conditions acoustiques d'ambiance (voir cible n°9) soient suffisamment bien traitées pour éviter à terme que des cloisons plus ou moins hautes et opaques ne viennent faire obstacle à la pénétration de la lumière naturelle.



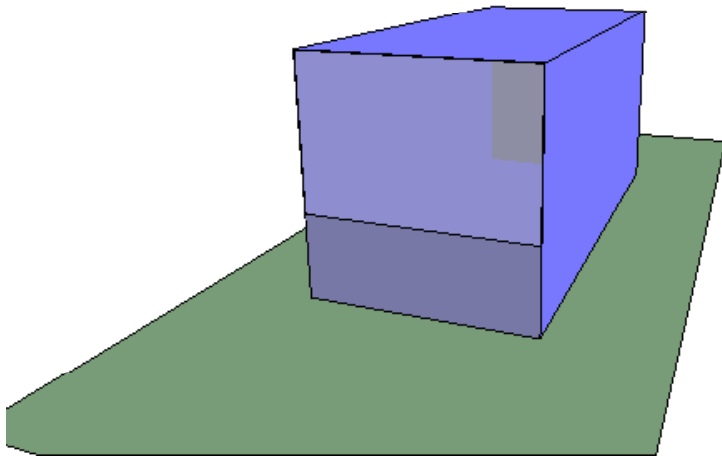
Comparaison de quelques logiciels d'éclairage

« source : Etude interne ALTO – 2008 »

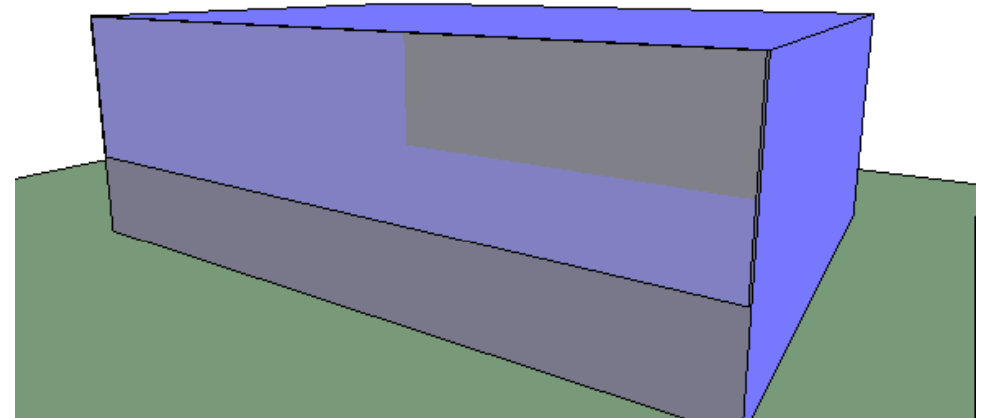
Les cas testés



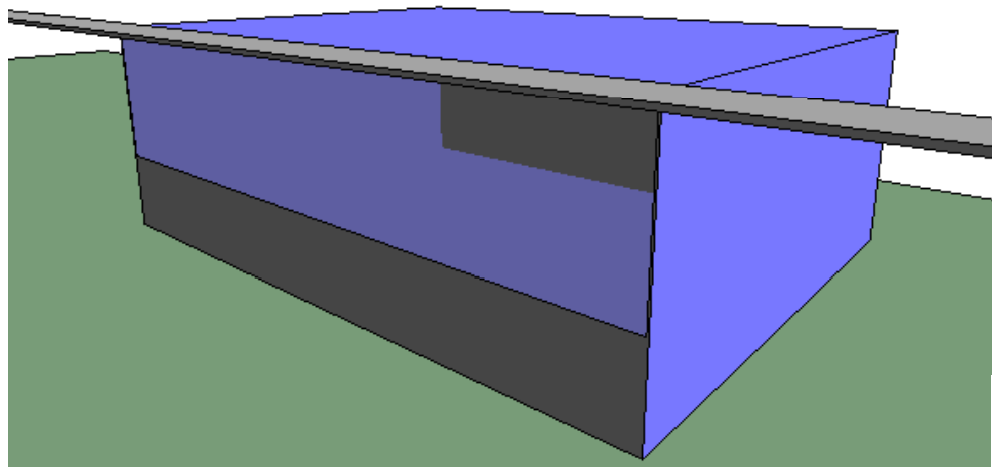
Base simple (deux trames)



Base triple (six trames)

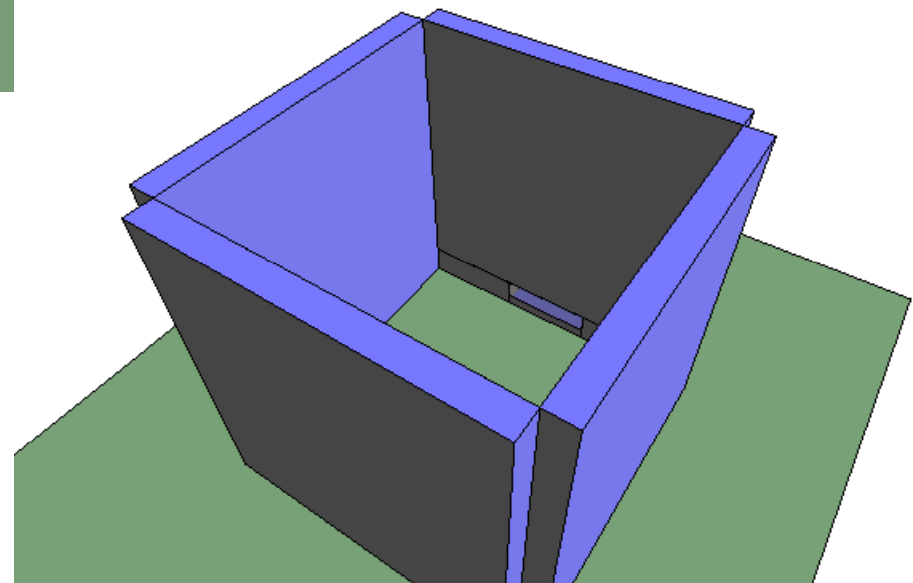


Les cas testés



Base + Casquette

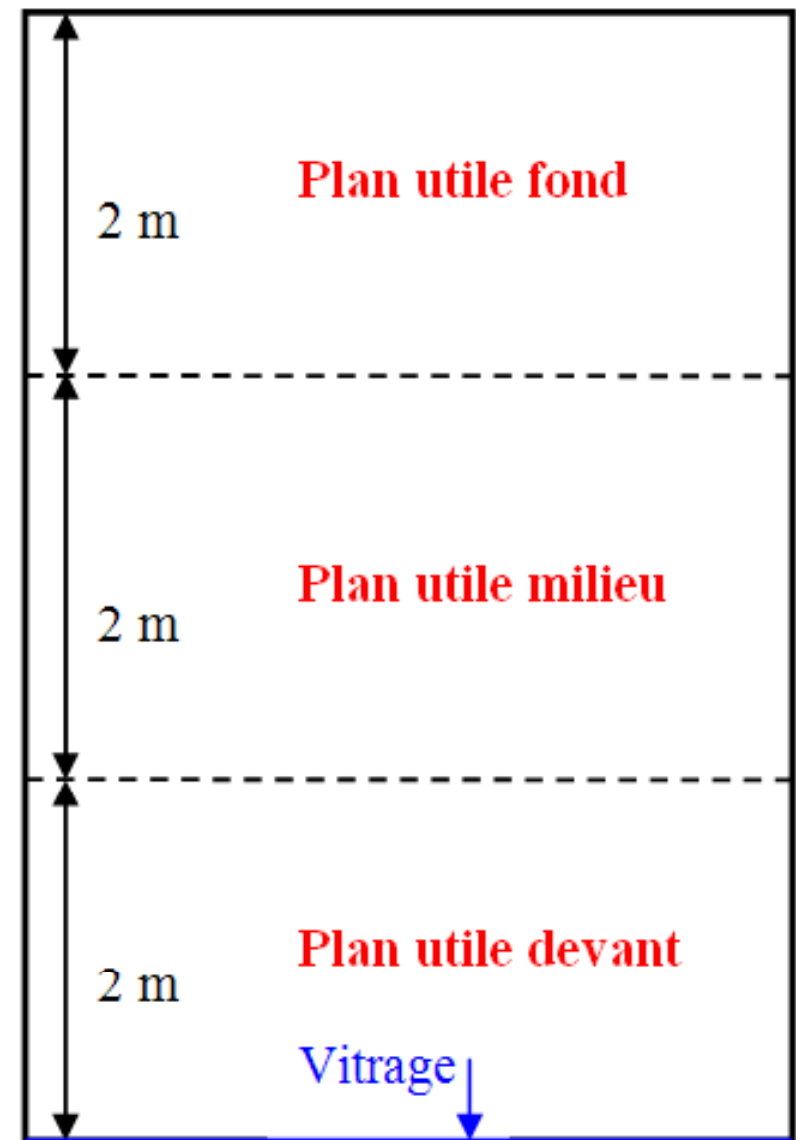
Base + Cour



Méthodes de comparaison



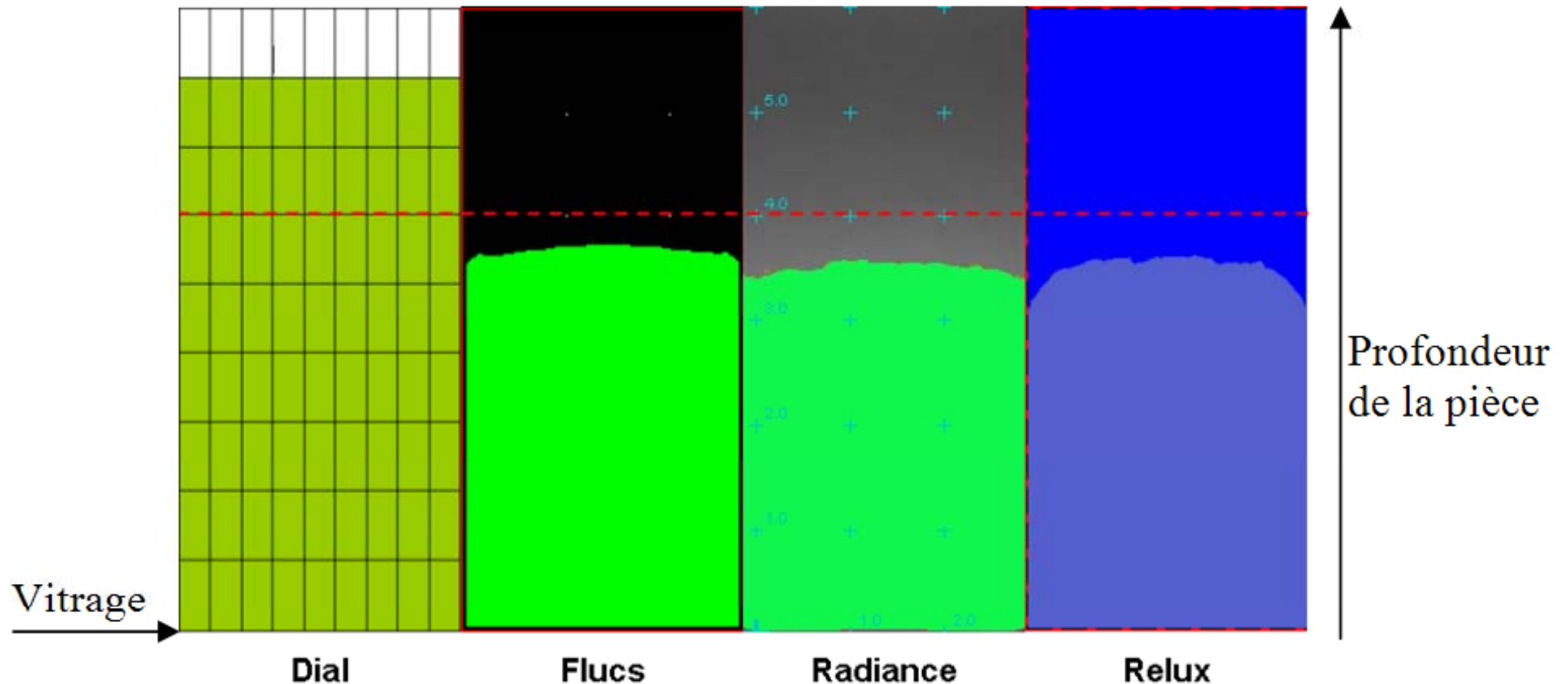
- Division du plan de travail en 3 zones
- Calcul des moyenne, minimum et maximum de FLJ sur chaque zone.
- Comparaison des valeurs obtenues



Méthodes de comparaison



- Comparaison des rendus :

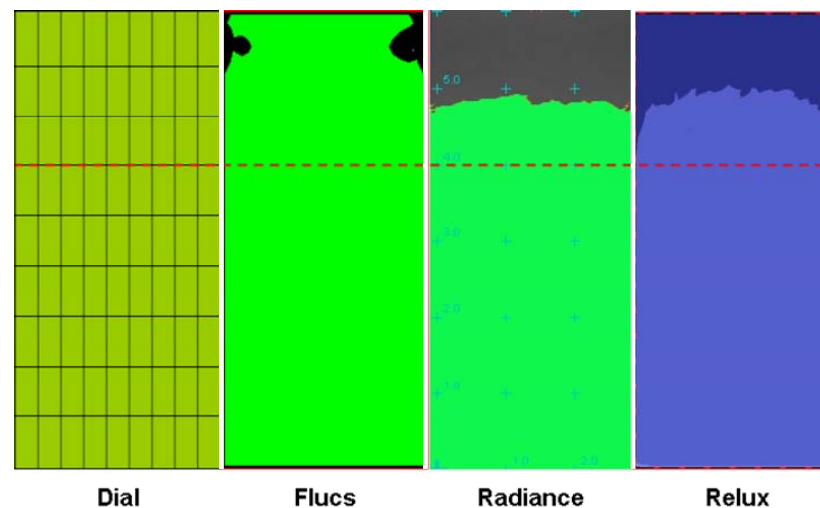


Base Simple

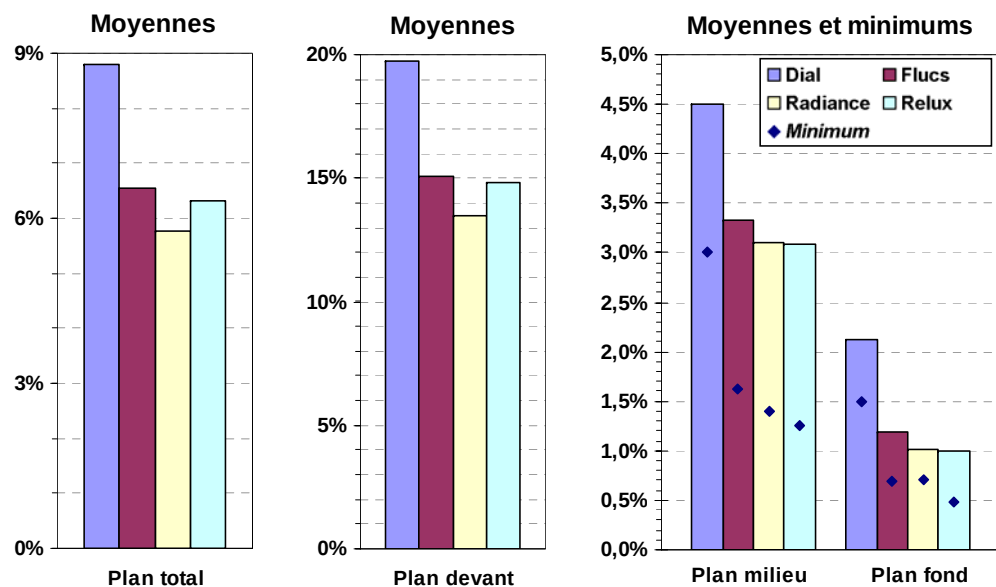
	S	T
Base		
Base + Casquette		
Base + Cour		
Base + Casquette + Cour		

FLJ (%)	Leso - Dial	Flucs	Radiance	Relux
<i>Moyenne</i>				
Plan total	8,8	6,5	5,8	6,3
Plan devant	19,7	15,1	13,5	14,9
Plan milieu	4,5	3,3	3,1	3,1
Plan fond	2,1	1,2	1,0	1,0
<i>Minimum</i>				
Plan total	1,5	0,7	0,7	0,5
Plan devant	8,7	5,6	2,6	4,9
Plan milieu	3,0	1,6	1,4	1,2
Plan fond	1,5	0,7	0,7	0,5
<i>Maximum</i>				
Plan total	34,0	28,1	23,2	27,8
Plan devant	34,0	28,1	23,2	28,0
Plan milieu	6,7	6,6	6,7	6,4
Plan fond	2,6	1,7	1,6	1,5

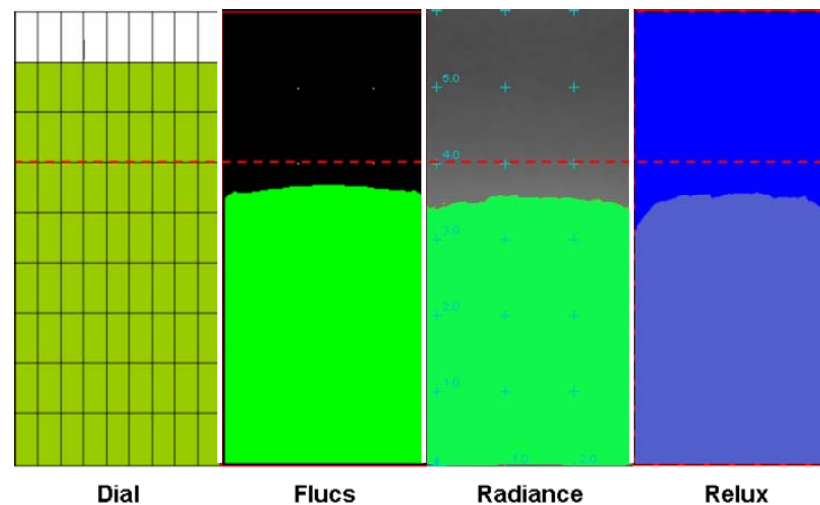
Comparaison des rendus (Zone FLJ > 1%)



Graphiques des moyennes de FLJ par plan



Comparaison des rendus (Zone FLJ > 2%)

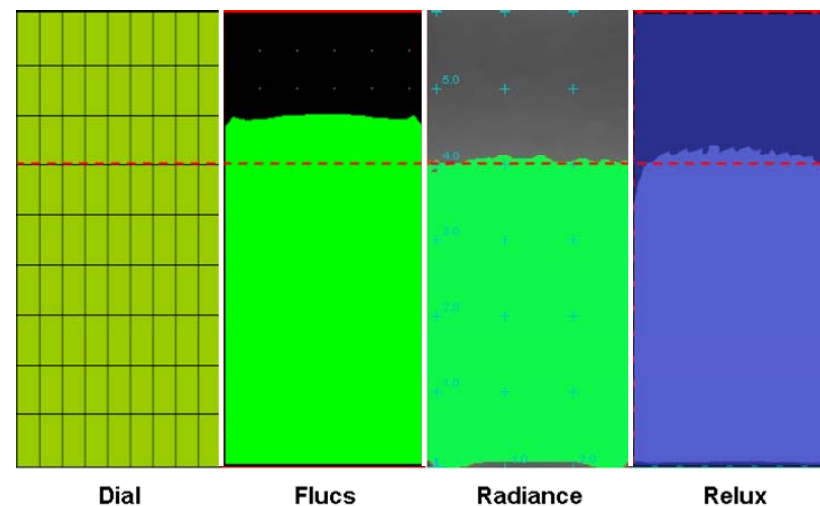


Base Simple

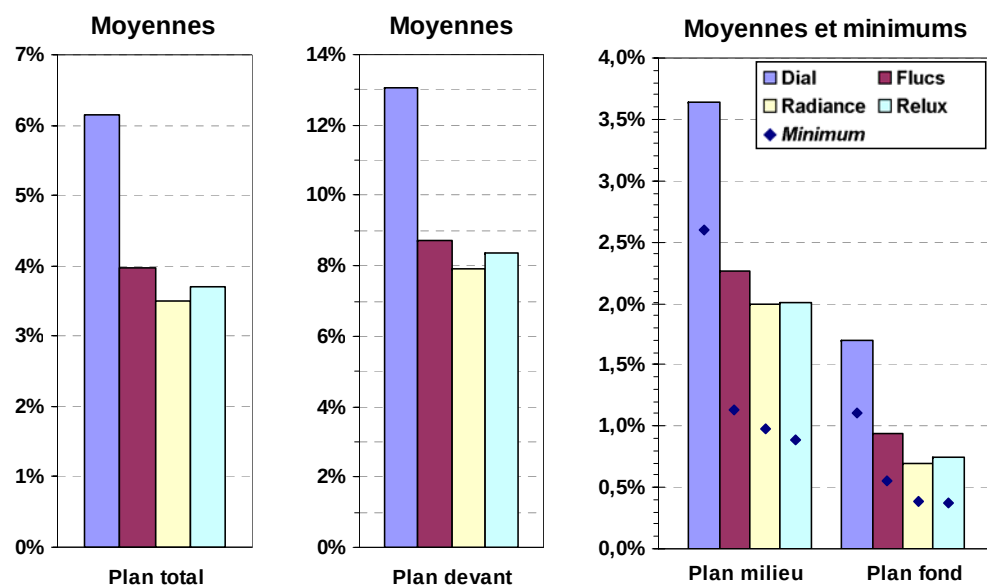
	S	T
Base		
Base + Casquette		
Base + Cour		
Base + Casquette + Cour		

FLJ (%)	Dial	Flucs	Radiance	Relux
<i>Moyenne</i>				
Plan total	6,1	4,0	3,5	3,7
Plan devant	13,1	8,7	7,9	8,4
Plan milieu	3,6	2,3	2,0	2,0
Plan fond	1,7	0,9	0,7	0,7
<i>Minimum</i>				
Plan total	1,1	0,6	0,4	0,4
Plan devant	6,2	0,9	0,5	0,6
Plan milieu	2,6	1,1	1,0	0,9
Plan fond	1,1	0,6	0,4	0,4
<i>Maximum</i>				
Plan total	22,0	16,7	14,3	16,0
Plan devant	22,0	16,7	14,3	16,0
Plan milieu	5,1	4,3	4,0	4,0
Plan fond	2,4	1,3	1,1	1,1

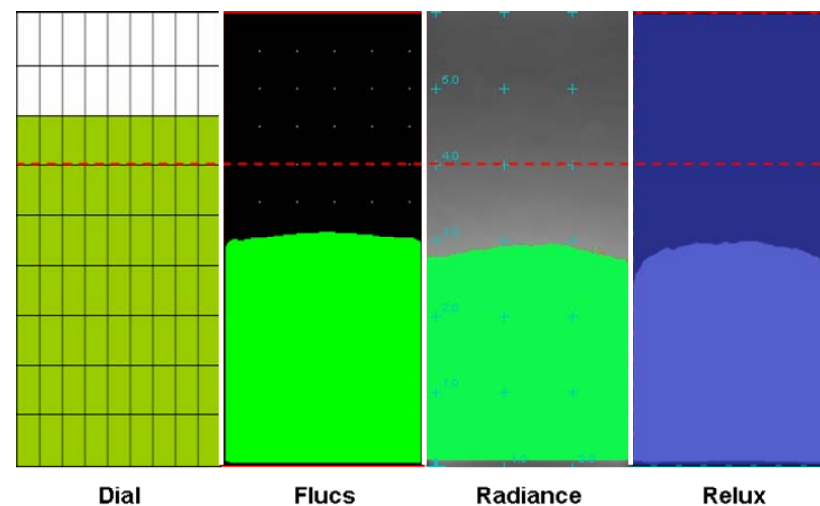
Comparaison des rendus (Zone FLJ > 1%)



Graphiques des moyennes de FLJ par plan



Comparaison des rendus (Zone FLJ > 2%)

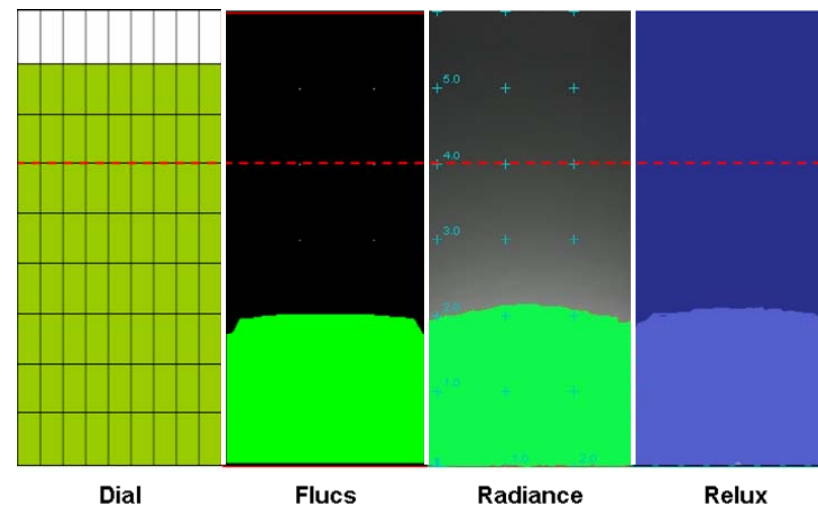


Base Simple

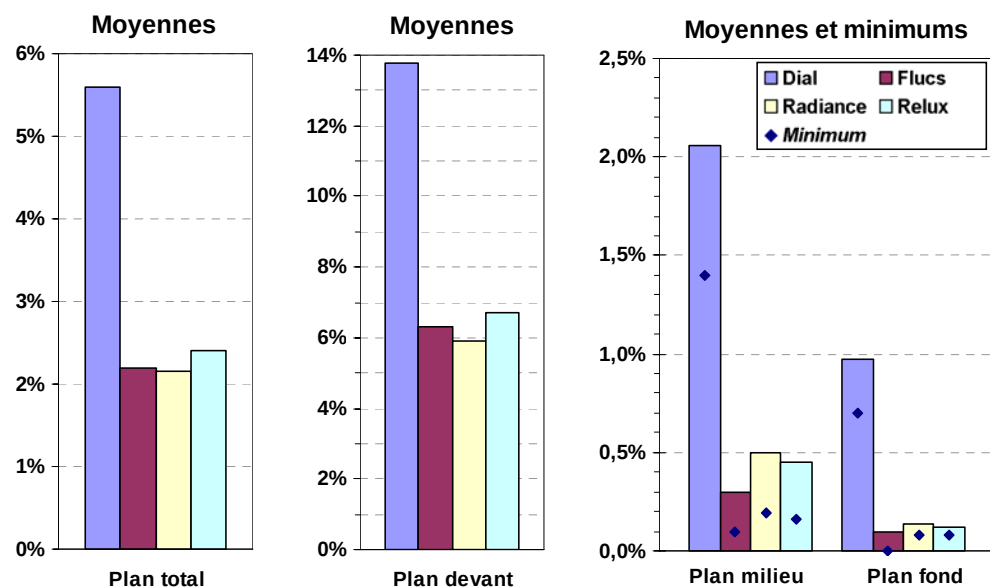
	S	T
Base		
Base + Casquette		
Base + Cour		
Base + Casquette + Cour		

FLJ (%)	Leso - Dial	Flucs	Radiance	Relux
<i>Moyenne</i>				
Plan total	5,6	2,2	2,2	2,4
Plan devant	13,8	6,3	5,9	6,7
Plan milieu	2,1	0,3	0,5	0,5
Plan fond	1,0	0,1	0,1	0,1
<i>Minimum</i>				
Plan total	0,7	0,0	0,1	0,1
Plan devant	3,9	0,9	0,9	1,0
Plan milieu	1,4	0,1	0,2	0,2
Plan fond	0,7	0,0	0,1	0,1
<i>Maximum</i>				
Plan total	28,0	17,4	12,4	14,6
Plan devant	28,0	17,4	12,4	14,6
Plan milieu	3,0	0,8	1,1	1,1
Plan fond	1,2	0,1	0,2	0,2

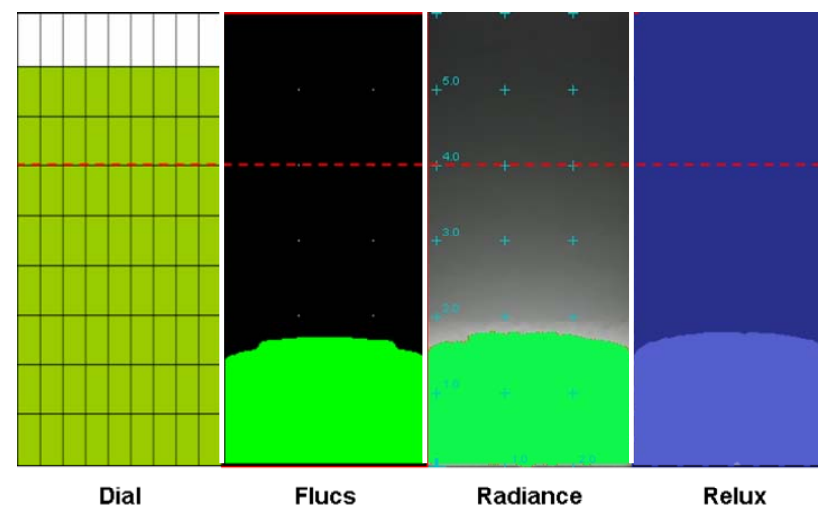
Comparaison des rendus (Zone FLJ > 1%)



Graphiques des moyennes de FLJ par plan



Comparaison des rendus (Zone FLJ > 2%)

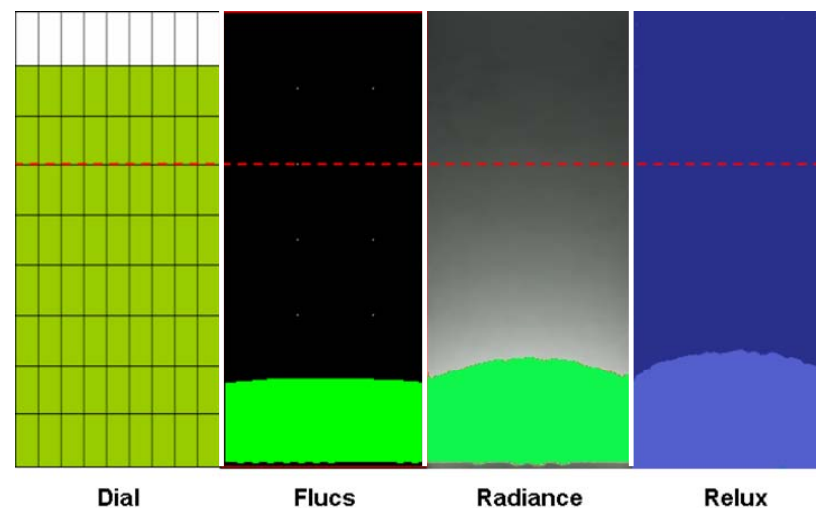


Base Simple

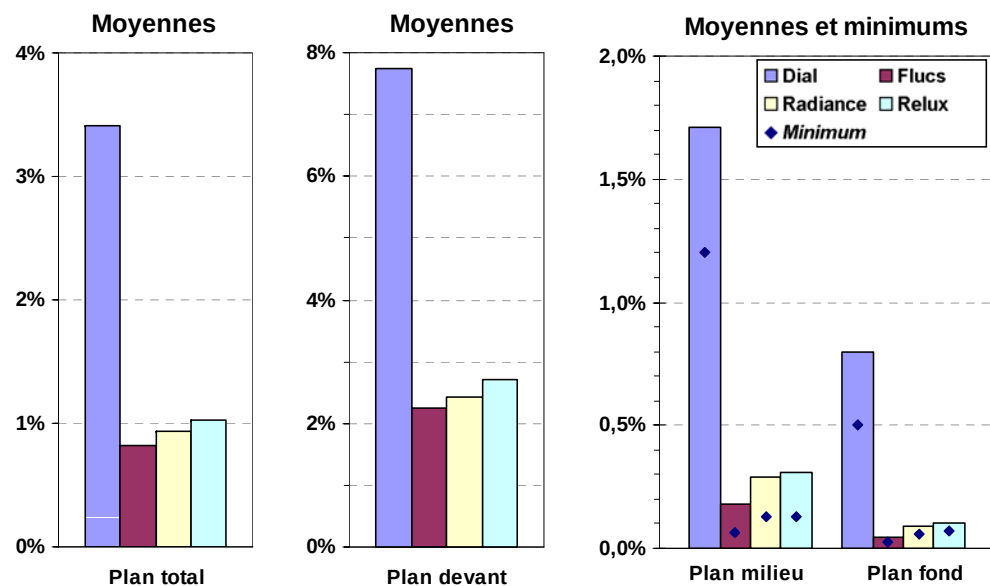
	S	T
Base		
Base + Casquette		
Base + Cour		
Base + Casquette + Cour		

FLJ (%)	Leso - Dial	Flucs	Radiance	Relux
<i>Moyenne</i>				
Plan total	3,4	0,8	0,9	1,0
Plan devant	7,7	2,2	2,4	2,7
Plan milieu	1,7	0,2	0,3	0,3
Plan fond	0,8	0,0	0,1	0,1
<i>Minimum</i>				
Plan total	0,5	0,0	0,1	0,1
Plan devant	2,9	0,0	0,2	0,5
Plan milieu	1,2	0,1	0,1	0,1
Plan fond	0,5	0,0	0,1	0,1
<i>Maximum</i>				
Plan total	15,0	9,8	6,5	6,8
Plan devant	15,0	9,8	6,5	6,8
Plan milieu	2,4	0,4	0,6	0,7
Plan fond	1,1	0,1	0,2	0,2

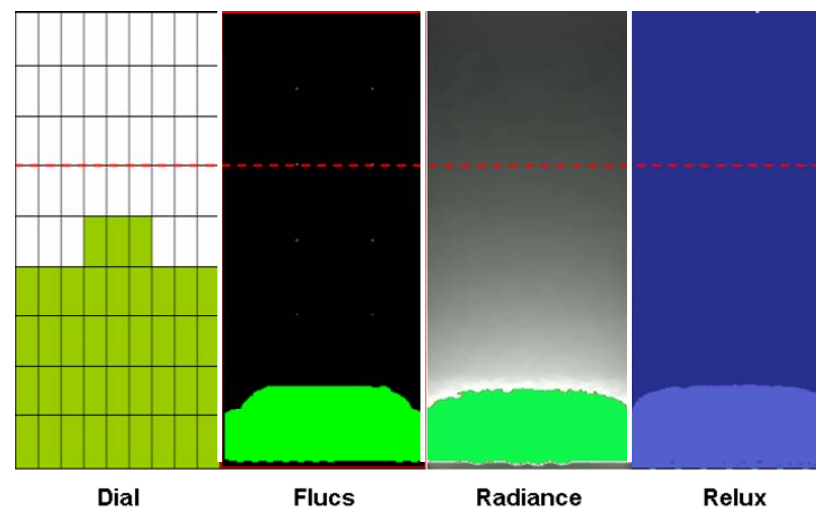
Comparaison des rendus (Zone FLJ > 1%)



Graphiques des moyennes de FLJ par plan



Comparaison des rendus (Zone FLJ > 2%)

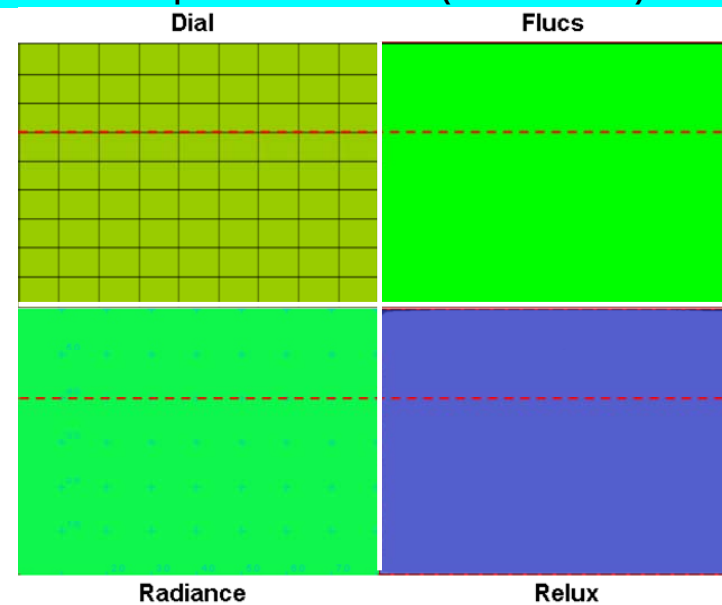


Base Triple

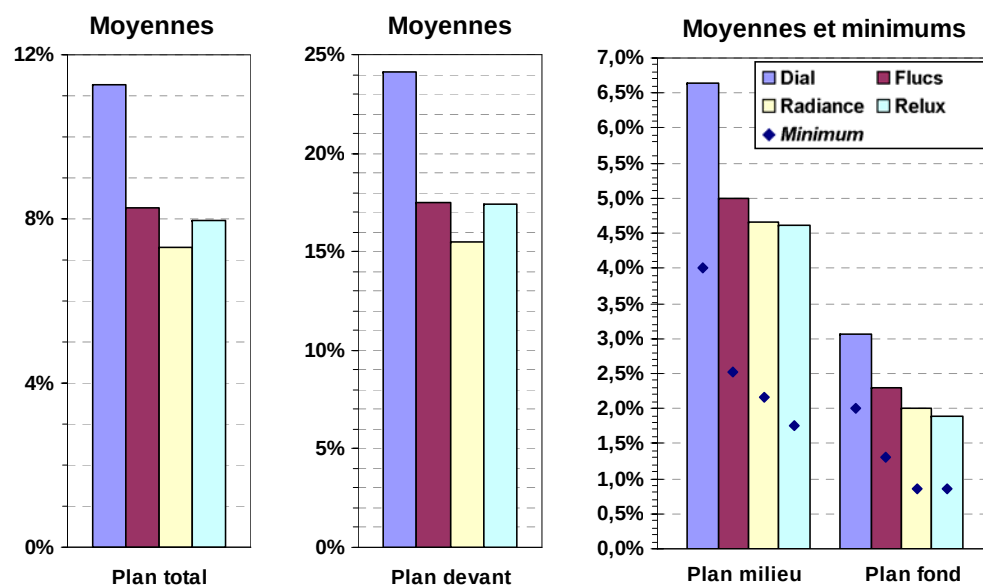
	S	T
Base		
Base + Casquette		
Base + Cour		
Base + Casquette + Cour		

FLJ (%)	Dial	Flucs	Radiance	Relux
<i>Moyenne</i>				
Plan total	11,3	8,3	7,3	8,0
Plan devant	24,1	17,5	15,5	17,4
Plan milieu	6,6	5,0	4,7	4,6
Plan fond	3,1	2,3	2,0	1,9
<i>Minimum</i>				
Plan total	2,0	1,3	0,9	0,9
Plan devant	11,0	6,0	2,7	5,4
Plan milieu	4,0	2,5	2,2	1,8
Plan fond	2,0	1,3	0,9	0,9
<i>Maximum</i>				
Plan total	24,1	29,1	23,8	28,9
Plan devant	11,0	29,1	23,8	28,9
Plan milieu	3,1	9,3	9,0	8,9
Plan fond	24,1	3,2	2,9	2,8

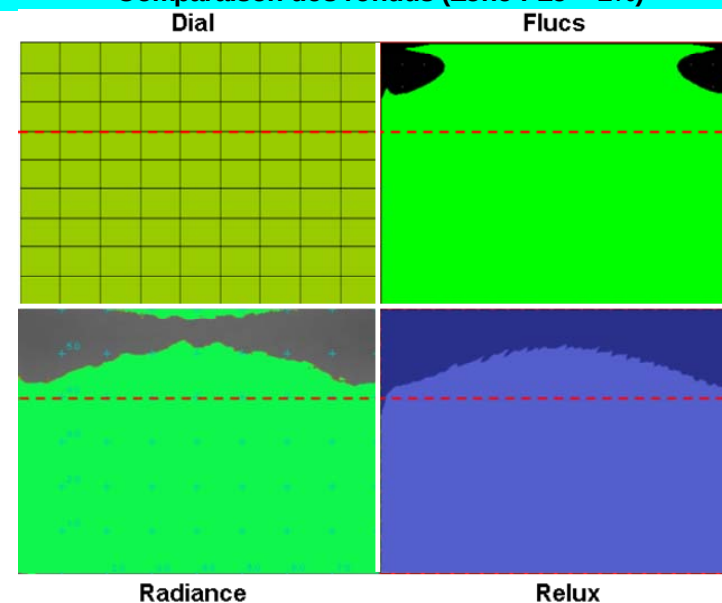
Comparaison des rendus (Zone FLJ > 1%)



Graphiques des moyennes de FLJ par plan



Comparaison des rendus (Zone FLJ > 2%)

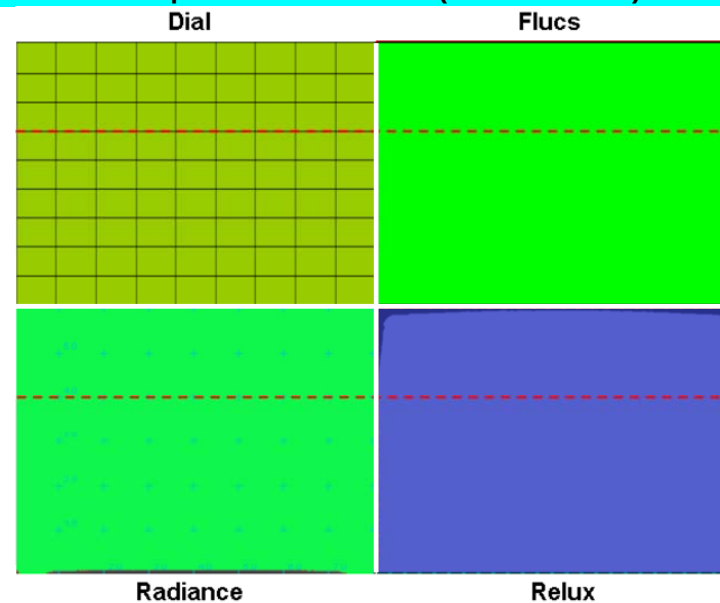


Base Triple

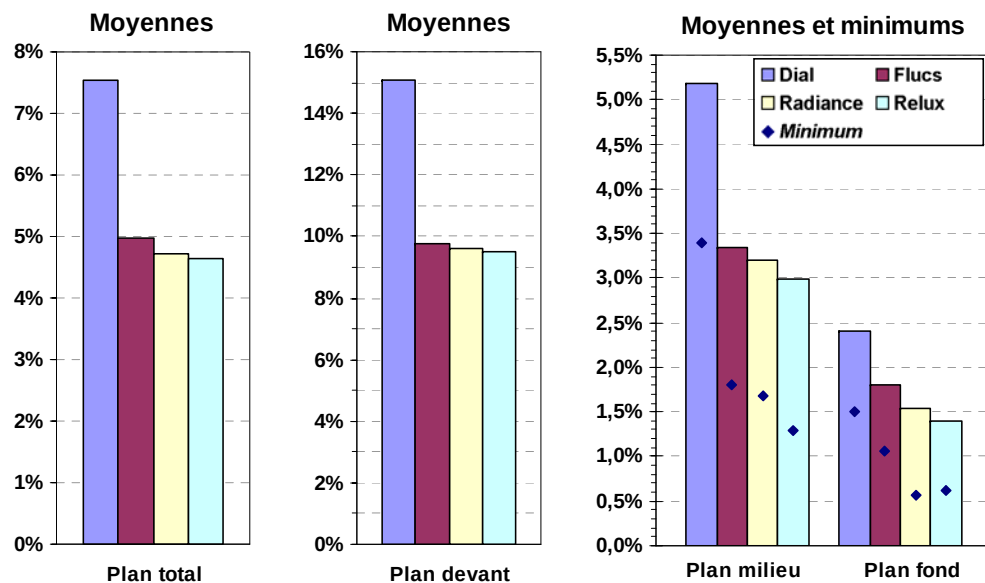
	S	T
Base		
Base + Casquette		
Base + Cour		
Base + Casquette + Cour		

FLJ (%)	Dial	Flucs	Radiance	Relux
<i>Moyenne</i>				
Plan total	7,6	5,0	4,7	4,6
Plan devant	15,1	9,7	9,6	9,5
Plan milieu	5,2	3,3	3,2	3,0
Plan fond	2,4	1,8	1,5	1,4
<i>Minimum</i>				
Plan total	1,0	0,5	0,6	0,3
Plan devant	1,0	0,5	0,6	0,3
Plan milieu	3,4	1,8	1,7	1,3
Plan fond	1,5	1,1	0,6	0,6
<i>Maximum</i>				
Plan total	22,0	16,6	15,3	15,9
Plan devant	22,0	16,6	15,3	15,9
Plan milieu	7,4	6,0	5,8	5,4
Plan fond	3,5	2,5	2,2	2,0

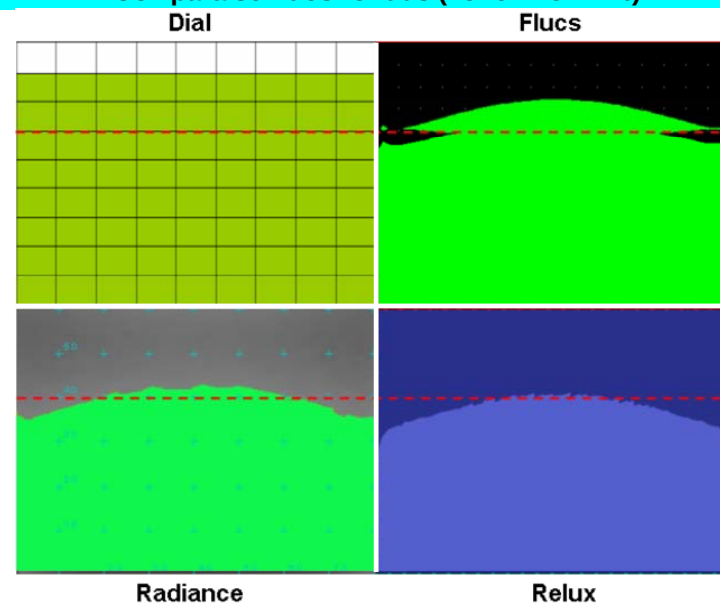
Comparaison des rendus (Zone FLJ > 1%)



Graphiques des moyennes de FLJ par plan



Comparaison des rendus (Zone FLJ > 2%)

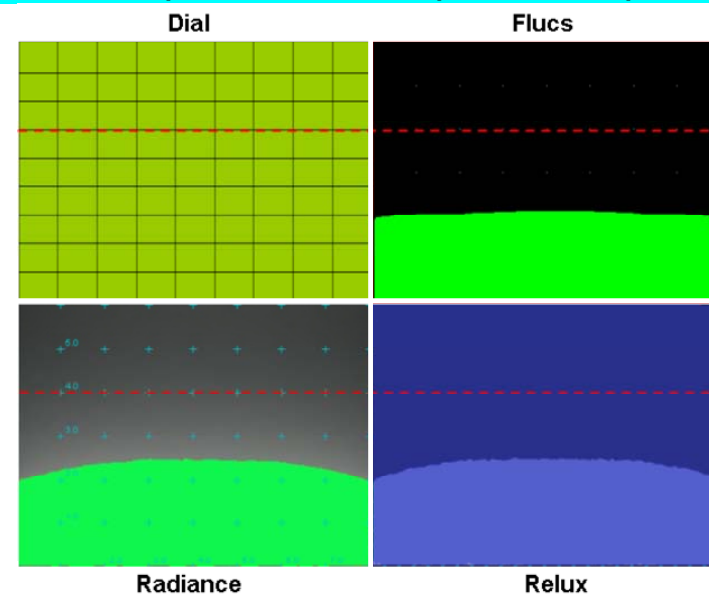


Base Triple

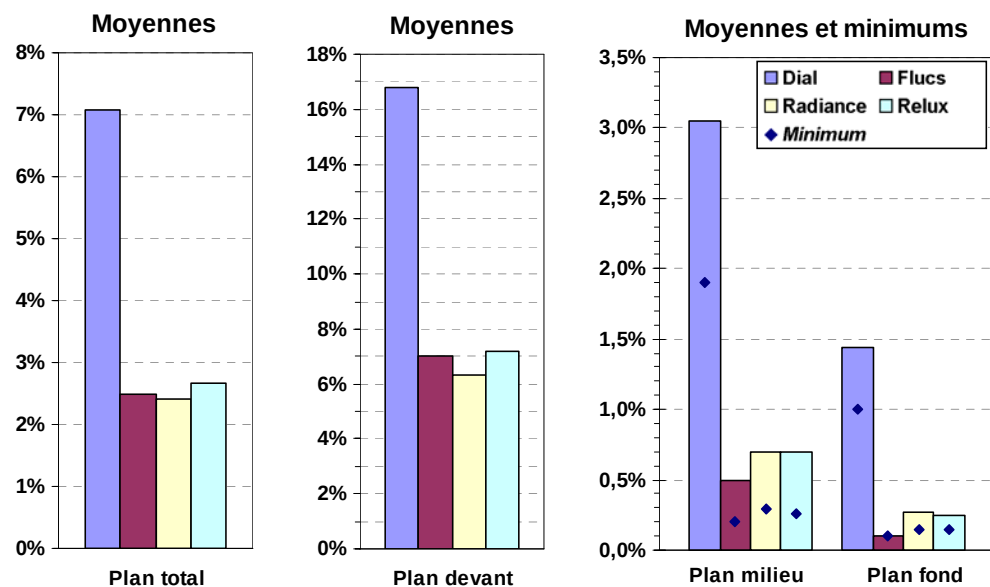
	S	T
Base		
Base + Casquette		
Base + Cour		
Base + Casquette + Cour		

FLJ (%)	Dial	Flucs	Radiance	Relux
<i>Moyenne</i>				
Plan total	7,1	2,5	2,4	2,7
Plan devant	16,8	7,0	6,4	7,2
Plan milieu	3,1	0,5	0,7	0,7
Plan fond	1,4	0,1	0,3	0,2
<i>Minimum</i>				
Plan total	1,0	0,1	0,2	0,2
Plan devant	5,0	1,0	0,9	1,1
Plan milieu	1,9	0,2	0,3	0,3
Plan fond	1,0	0,1	0,2	0,2
<i>Maximum</i>				
Plan total	30,0	17,4	12,1	14,5
Plan devant	30,0	17,4	12,1	14,5
Plan milieu	4,6	1,0	1,4	1,4
Plan fond	1,9	0,2	0,4	0,4

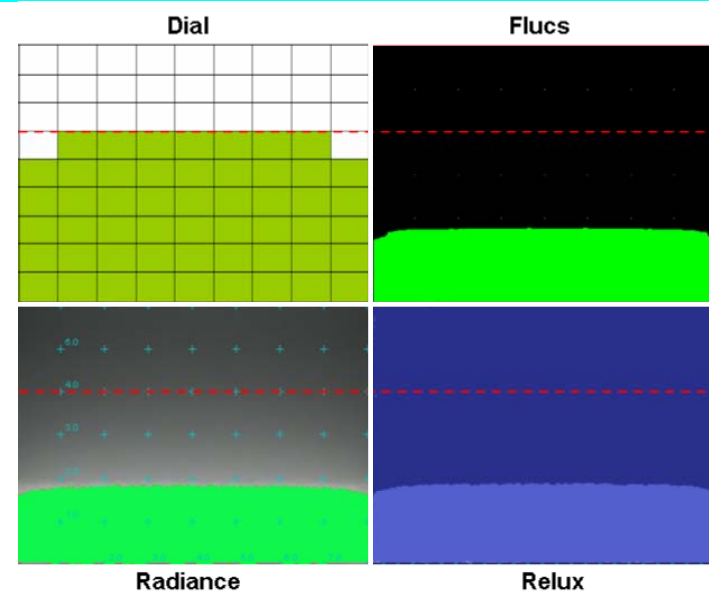
Comparaison des rendus (Zone FLJ > 1%)



Graphiques des moyennes de FLJ par plan



Comparaison des rendus (Zone FLJ > 2%)

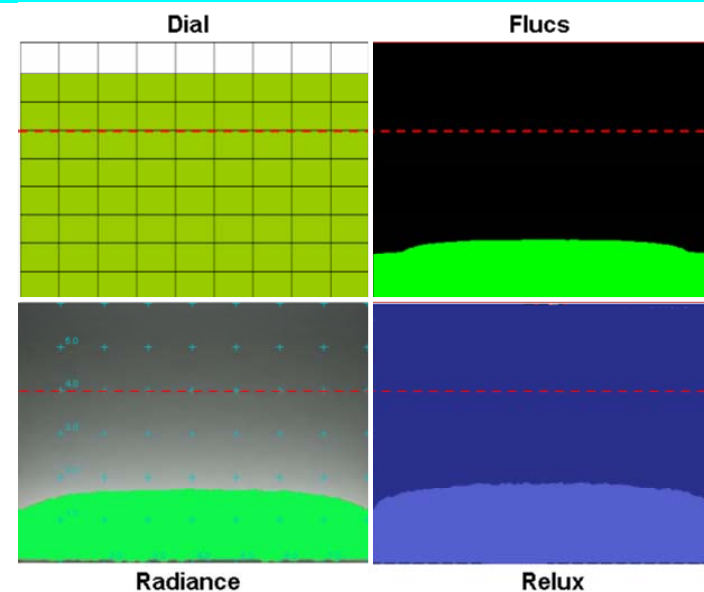


Base Triple

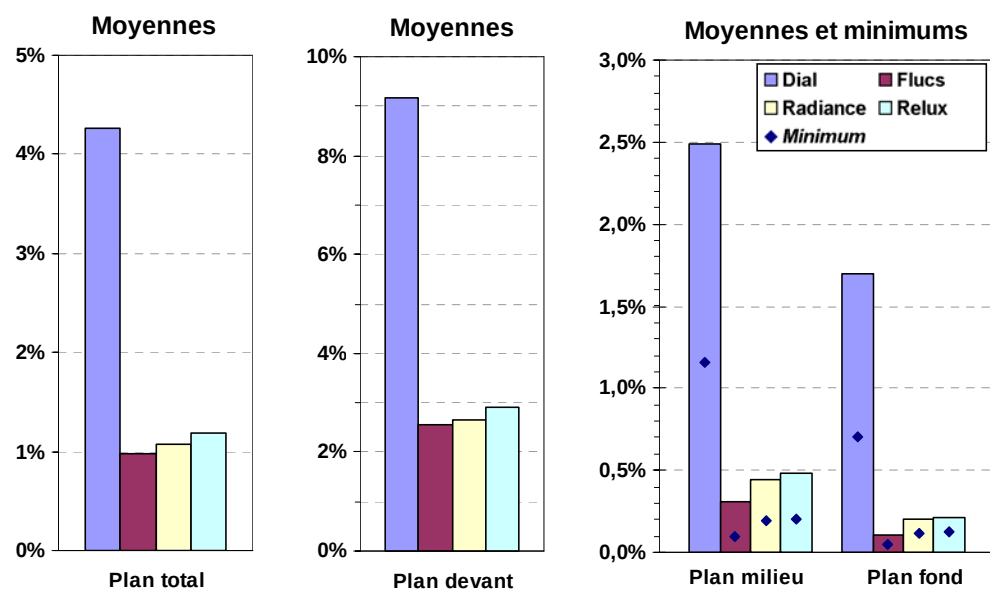
	S	T
Base		
Base + Casquette		
Base + Cour		
Base + Casquette + Cour		

FLJ (%)	Dial	Flucs	Radiance	Relux
<i>Moyenne</i>				
Plan total	4,3	1,0	1,1	1,2
Plan devant	9,2	2,5	2,7	2,9
Plan milieu	2,5	0,3	0,4	0,5
Plan fond	1,2	0,1	0,2	0,2
<i>Minimum</i>				
Plan total	0,7	0,0	0,1	0,1
Plan devant	3,7	0,0	0,2	0,6
Plan milieu	1,7	0,1	0,2	0,2
Plan fond	0,7	0,0	0,1	0,1
<i>Maximum</i>				
Plan total	16,0	10,0	6,5	6,7
Plan devant	16,0	10,0	6,5	6,7
Plan milieu	3,5	0,6	0,8	0,9
Plan fond	1,7	0,2	0,3	0,3

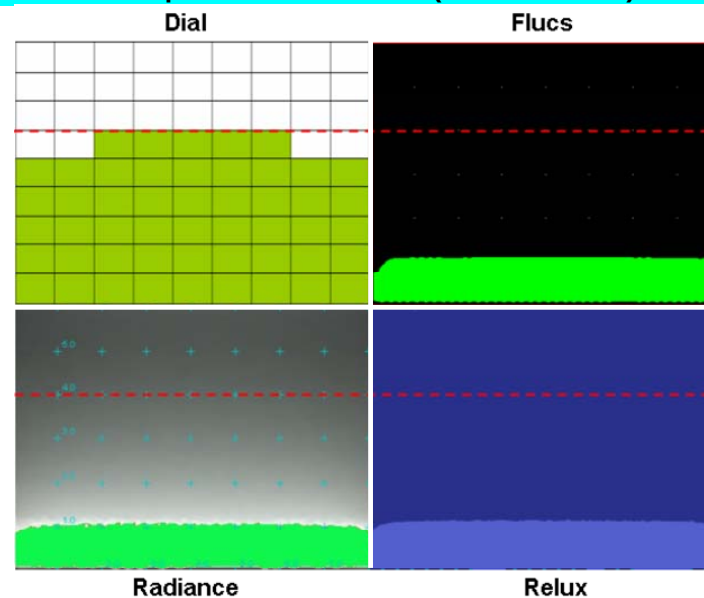
Comparaison des rendus (Zone FLJ > 1%)



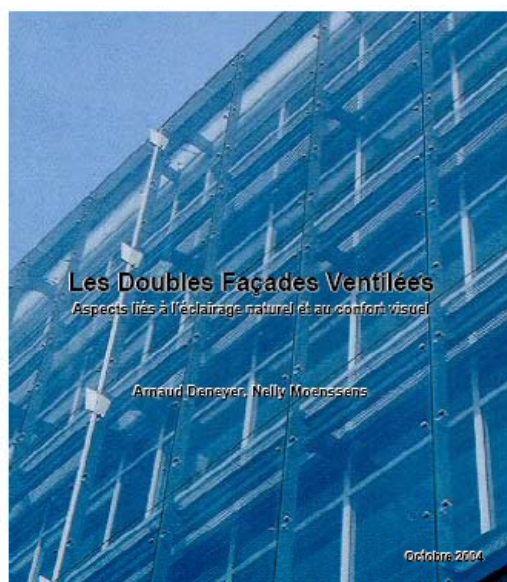
Graphiques des moyennes de FLJ par plan



Comparaison des rendus (Zone FLJ > 2%)



Méthode BRS : Établie par le BRE (Digest 309 et 310)



Distance par rapport au mur (m)	0	0,5	1	1,5	2	2,5
FLJ calculé (%)	0	11,49	8,42	6,11	4,29	2,43
FLJ mesuré (%)	20,13	13,40	11,82	6,61	3,80	2,04
Différence (%)	-	16,5	40,2	8,3	-10,9	-19,2

Distance par rapport au mur (m)	3	3,5	4	4,5	5,0	5,5
FLJ calculé (%)	1,77	1,39	1,01	0,59	0,38	-
FLJ mesuré (%)	1,51	1,33	1,22	1,10	1,03	0,94
Différence (%)	-16,1	-9,7	20,2	81,3	159	

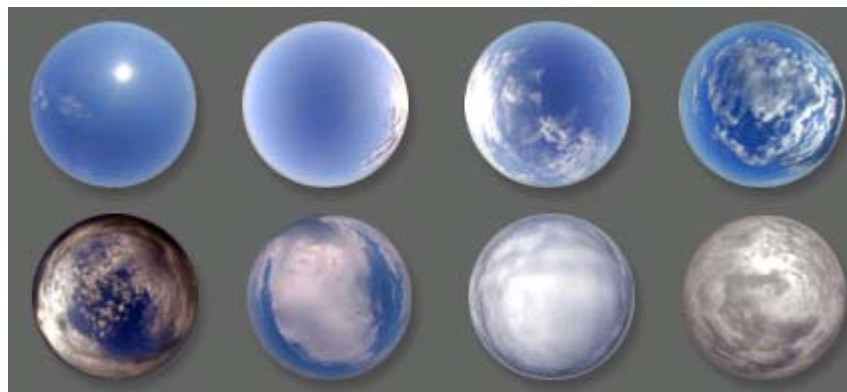
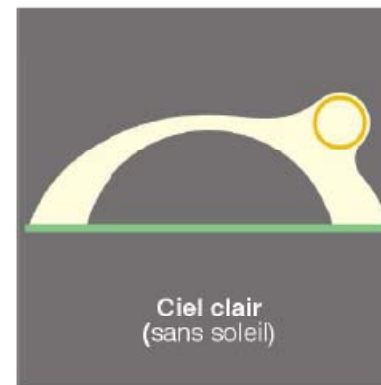
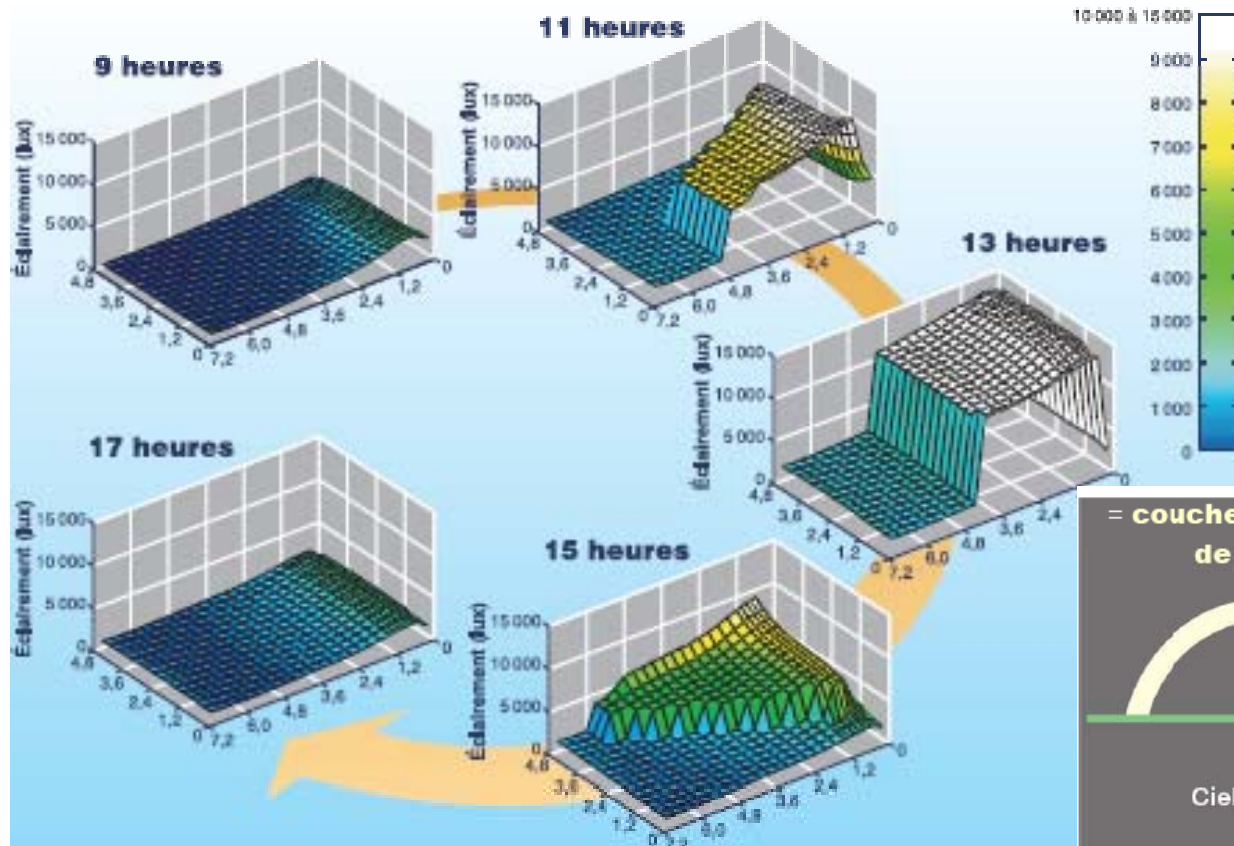
Tableau 4 : Facteurs de lumière du jour calculés et mesurés pour le bâtiment A





Les limites de l'indicateur FLJ :

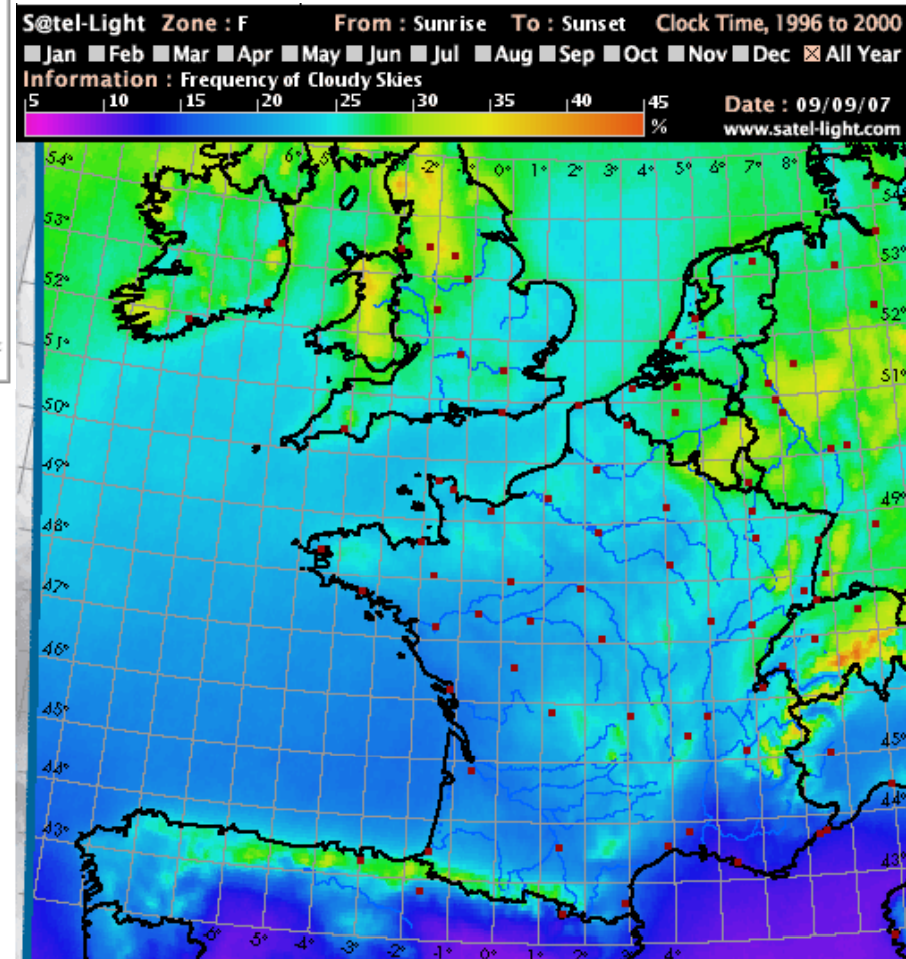
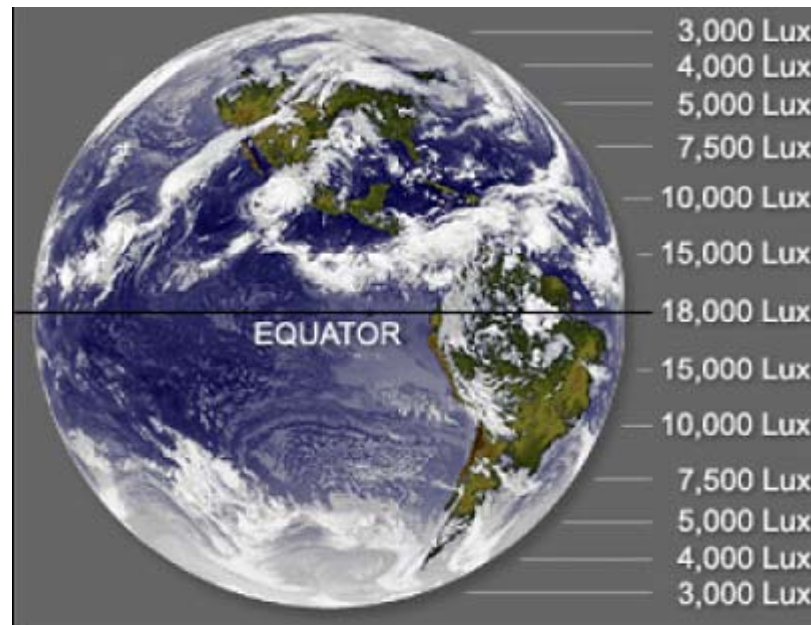
Le FLJ ne tient pas compte du climat lumineux du projet



S@tel-Light Site : Paris, France
From : Sunrise **To :** Sunset **Using :** Clock Time **Years :** 1996 to 2000
Information : Frequency of Night, Sunny, Intermediate and Cloudy skies (%)

Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	32	35	35	37	39	40	50	47	36	27	24	37
42	38	36	39	37	37	38	35	35	40	48	47	39
27	30	29	26	26	24	22	15	18	24	25	29	24

© S@tel-Light



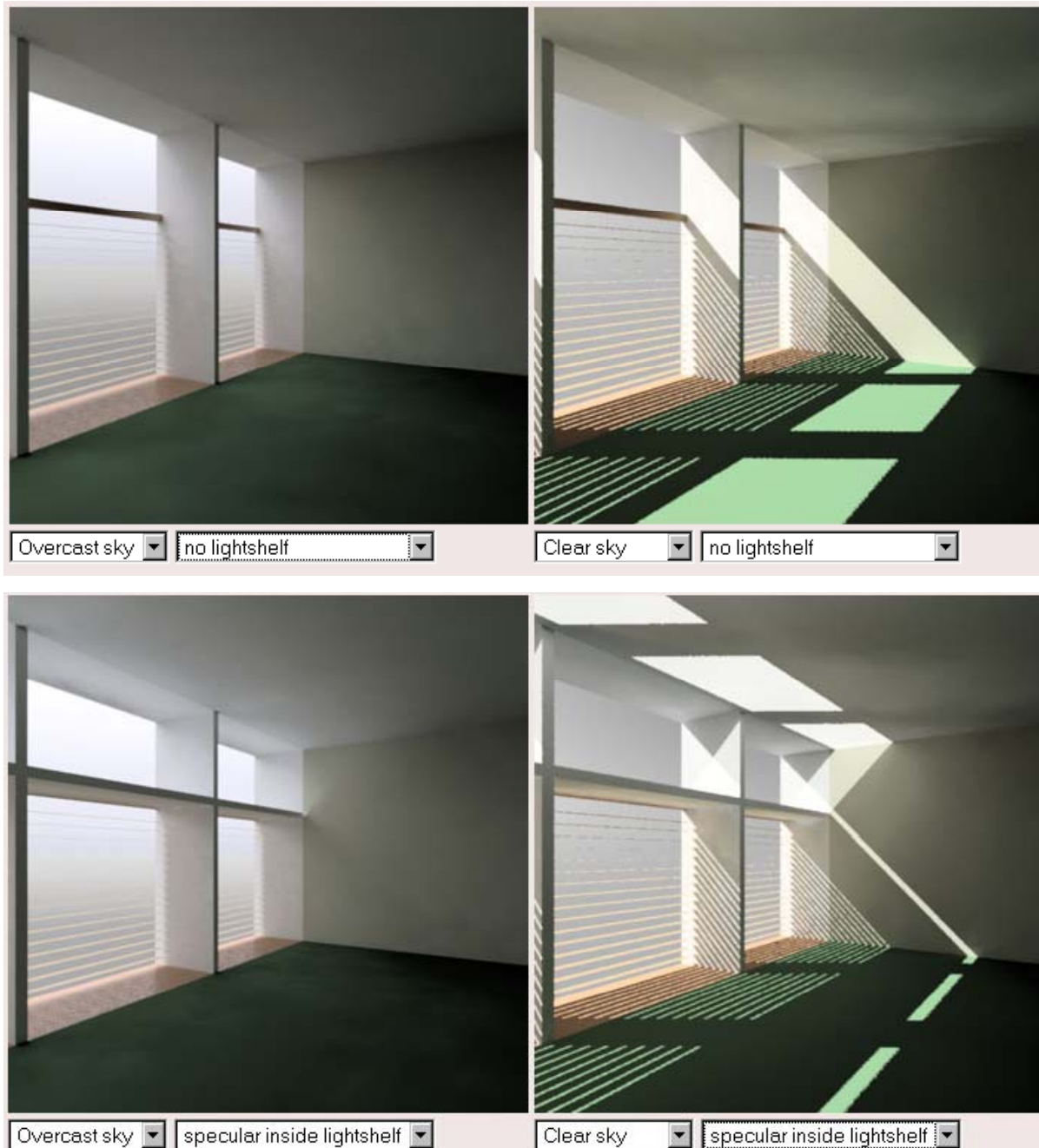
Design sky value = mini pendant 85% du temps de 8h à 17h

Le FLJ ne tient pas compte des risques d'éblouissement





Le FLJ pénalise des dispositifs intéressants





Monsieur Autissier,

Effectivement, les chercheurs développent actuellement des méthodes liées à l'autonomie et aux conditions météo du lieu considéré.

Je travaille moi-même, en collaboration avec le MIT, sur un nouvel outil de conception en éclairage naturel (pour plus d'info, voir : http://web.mit.edu/daylighting/research_4_concept.html) qui serait basé sur la combinaison de l'éclairage obtenu sur les 56 moments les plus représentatifs de l'année.

A mon avis, c'est vers une de ces approches que la réglementation doit se diriger car sinon, elle ne traite absolument pas des problèmes d'éblouissement et l'augmentation de l'éclairage naturel à excès amène d'autres problèmes thermiques bien connus. Notez que le référentiel Américain (LEED) travaille également à partir du FLJ et est souvent critiqué pour cela.

Bien à vous,

Magali Bodart

Magali BODART

Ingénieur Civil des Constructions
Docteur en Sciences Appliquées
Chargée de recherche FNRS
Chargée de cours UCL

Université Catholique de Louvain

Architecture et Climat

1, Place du Levant
B 1348 Louvain-la-Neuve
Belgique



(...)

Je pense aussi que la focalisation sur le FLJ est, quelque part, un leurre, dans la mesure où cette notion est indépendante de l'orientation et de la localisation.

En réalité, **je suis intimement persuadé que l'information primordiale réside dans l'évaluation de la couverture des besoins d'éclairage**

(temps et énergie) et que cette information, qui est très intuitive, est un moteur très puissant pour influencer les choix des acteurs de la construction.

Dans ce cas, **l'enjeu porte autant sur les données climatiques que sur le mode de calcul.**

(...)

Je reste à votre disposition,

Cordialement

Bernard PAULE

Directeur associé

Estia SA

Parc Scientifique de l'EPFL

CH-1015 Lausanne

The Daylight Factor approach

- The DF is the standard recognised daylighting metric in any place in the World where there is an interest in daylighting.
- Reasons for the success of the DF approach:
 - If the natural lighting is sufficient on an overcast day, it is likely to be more than adequate when the sun is shining.
 - But ... a daylight factor optimised building admits as much light as possible, therefore the ideally daylit building would be fully glazed! This is clearly in contrast with comfort requirements.
 - A densely overcast sky looks the same whichever direction one faces - North, South, East or West. Therefore the effect of the orientation vanishes from the calculation.
 - But ... the simplification introduced with the use of the daylight factor does not account for building location and orientation, season, time of day, direct solar penetration, variability of sky conditions. It is not possible to predict glare.





<http://irc.nrc-cnrc.gc.ca>

Dynamic daylight performance metrics for sustainable building design

NRCC-48669

**Reinhart, C.F. ; Mardaljevic, J. ;
Rogers, Z.**

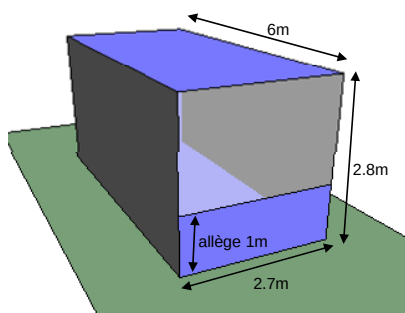
Le calcul dynamique

DA (daillighting autonomy / autonomie en éclairage naturel),

DAm_{ax} (daylighting autonomy max , indicateur d'éblouissement) et

UDI₁₀₀₋₂₀₀₀ (useful daylight illuminance, indicateur agrégé) :

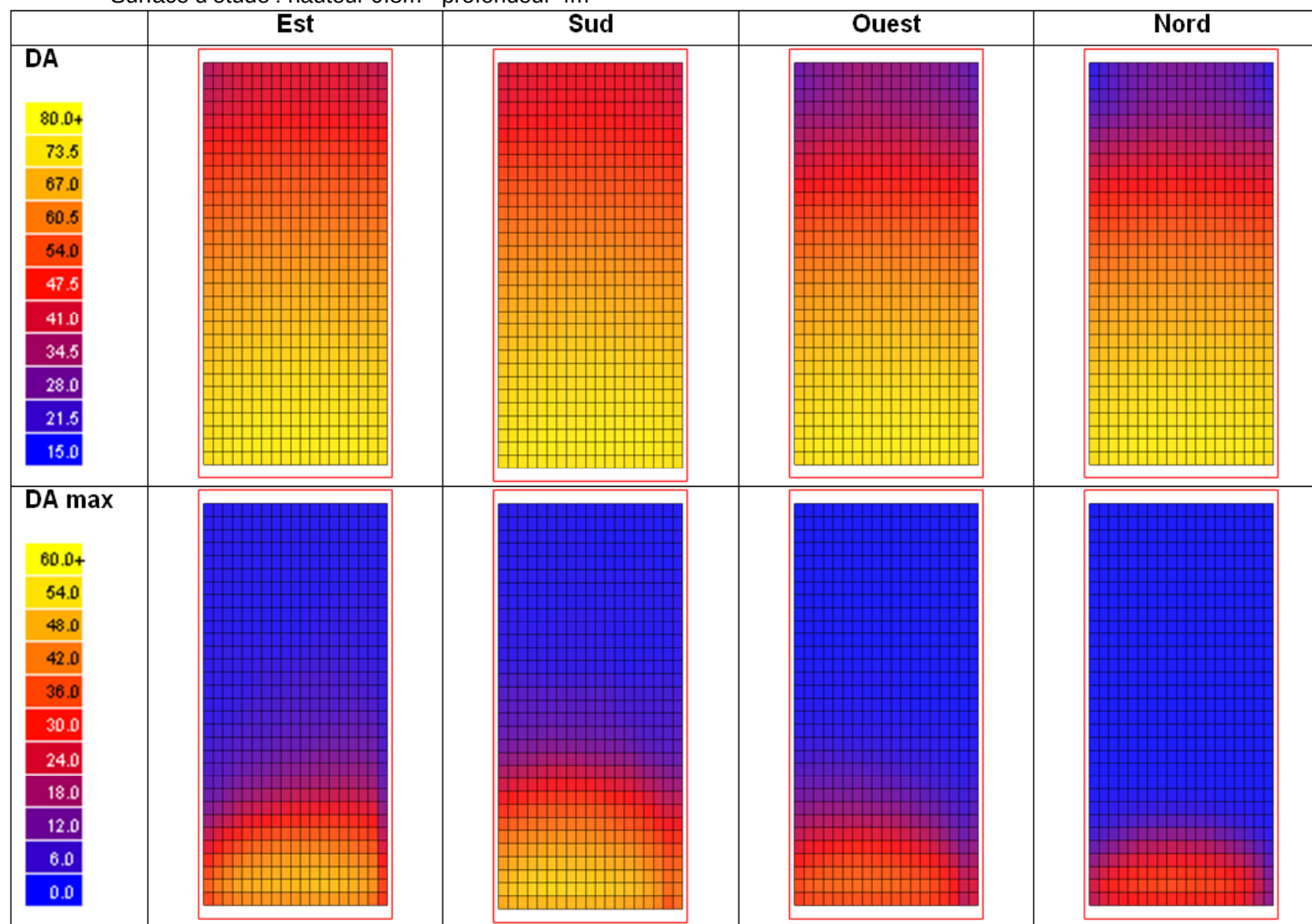
A chaque pas de temps de calcul et pour chaque nœud de la grille de calcul, le niveau d'éclairement naturel atteint est comparé aux seuils fixés. Le cumul du nombre de fois où les seuils sont atteints, divisé par le nombre d'heure d'occupation, permet de définir l'indicateur d'autonomie en éclairage naturel exprimé en pourcentage.

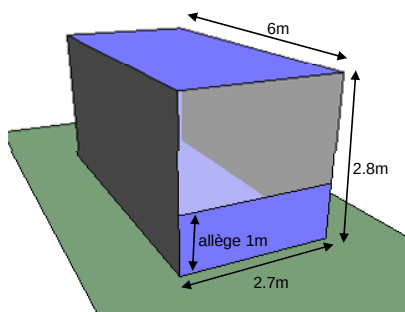


Site : Paris

Objectif éclairage moyen sur surface d'étude : 400 lux

Surface d'étude : hauteur 0.8m - profondeur 4m

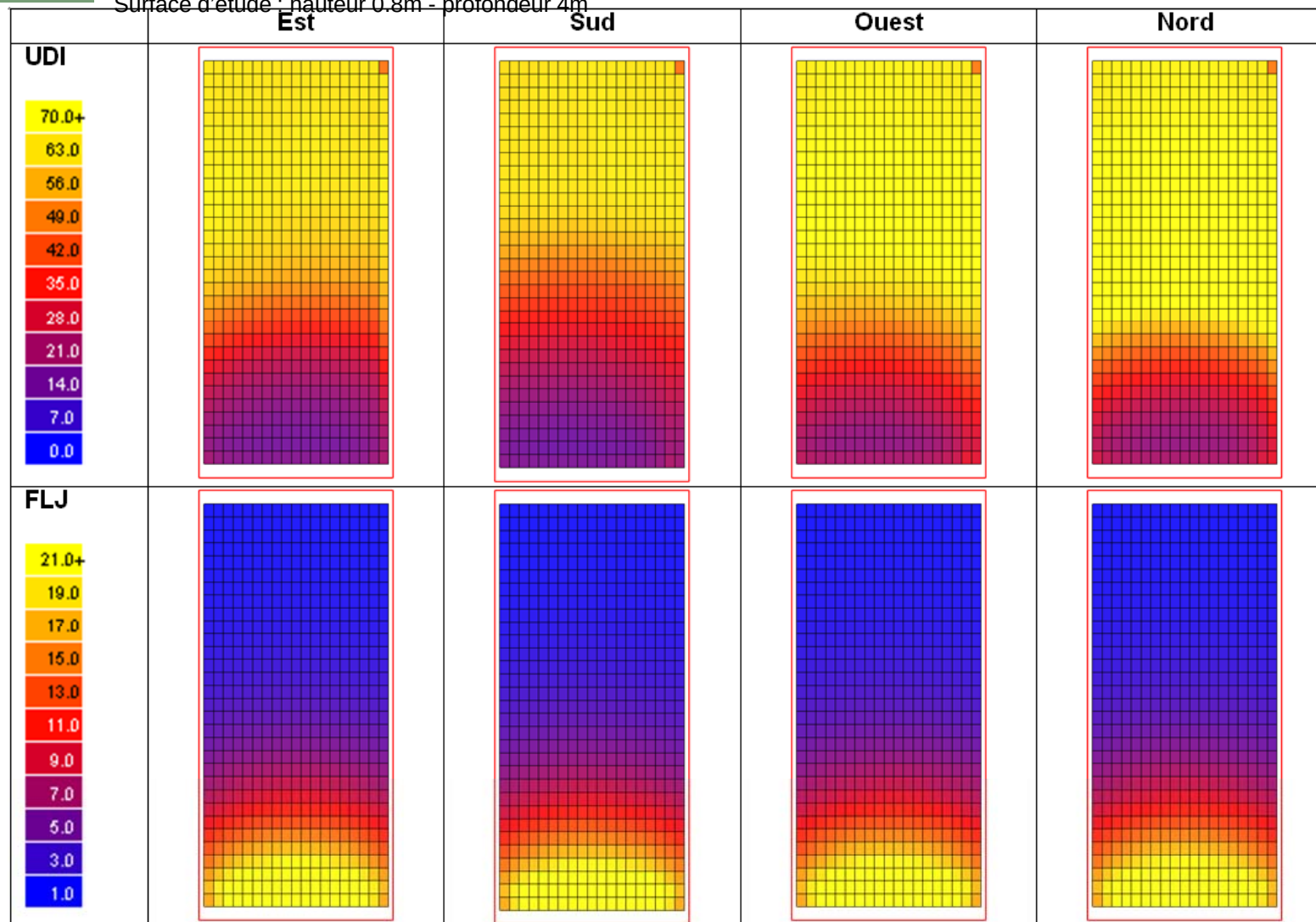


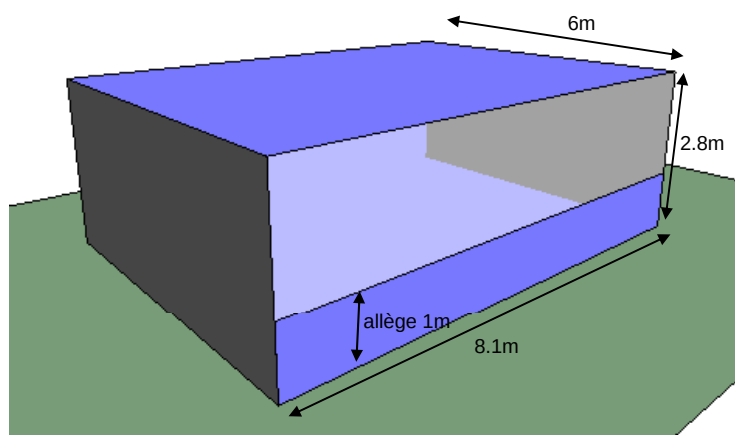


Site : Paris

Objectif éclairage moyen sur surface d'étude : 400 lux

Surface d'étude : hauteur 0.8m - profondeur 4m

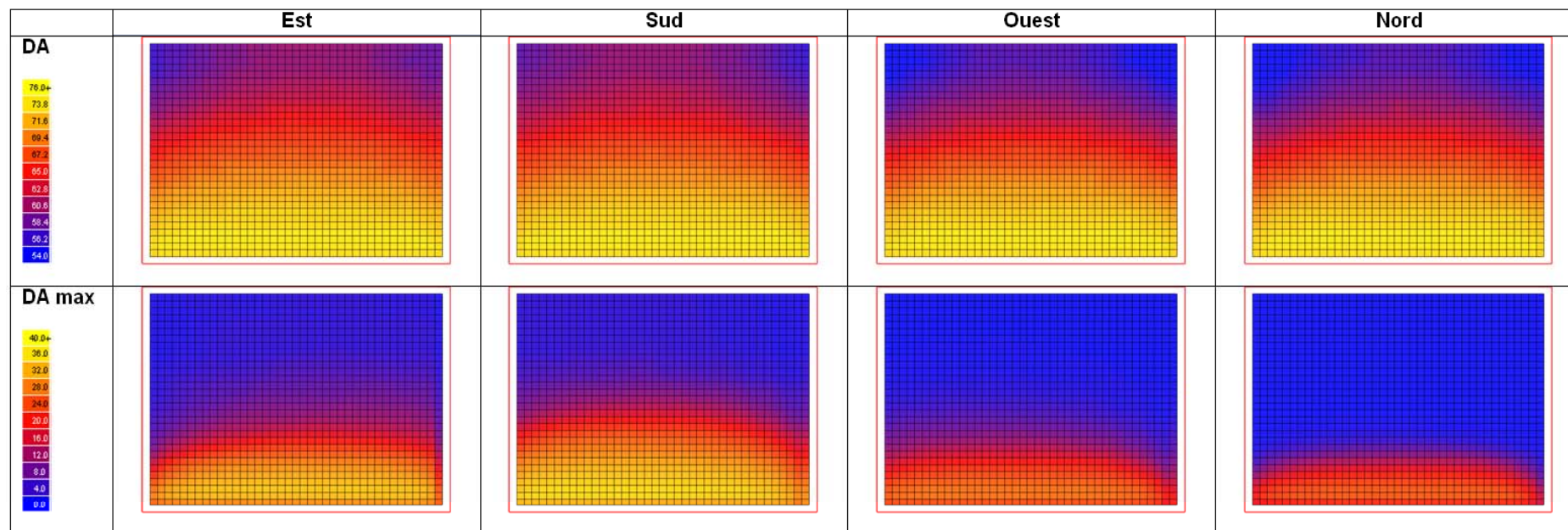


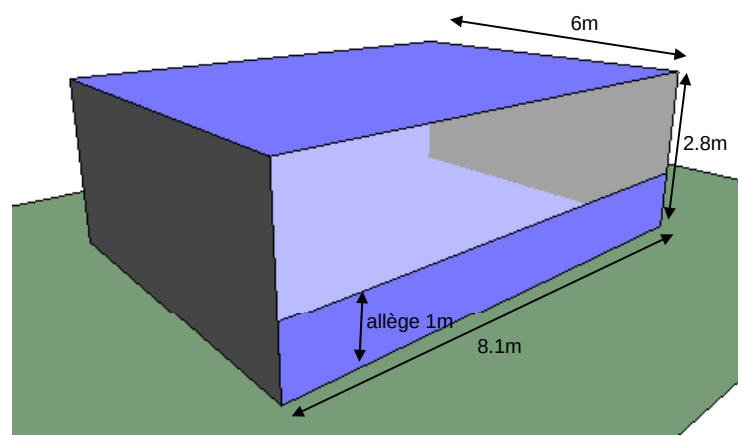


Site : Paris

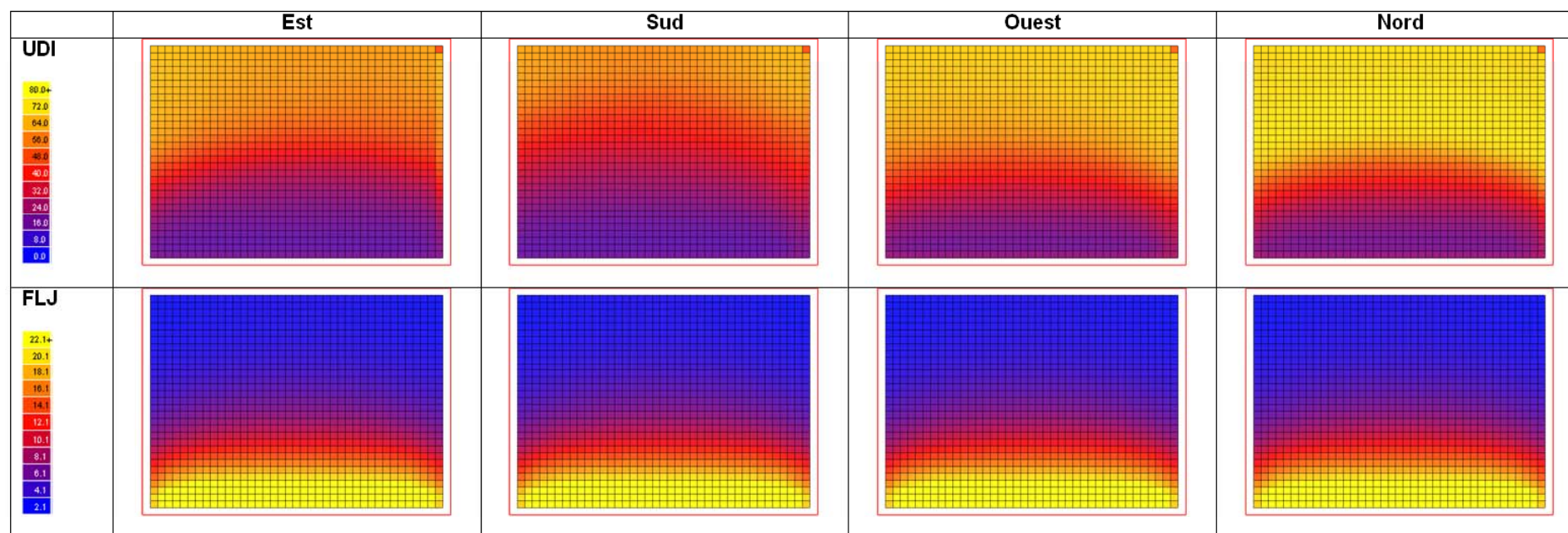
Objectif éclairage moyen sur surface d'étude : 400 lux

Surface d'étude : hauteur 0.8m - profondeur 4m





Site : Paris
 Objectif éclairement moyen sur surface d'étude : 400 lux
 Surface d'étude : hauteur 0.8m - profondeur 4m

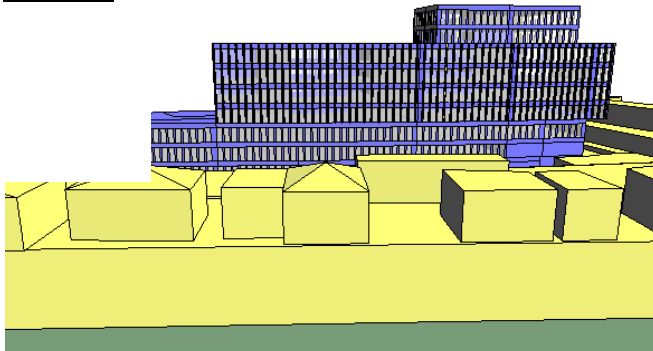


BUREAUX ICADE CACHAN

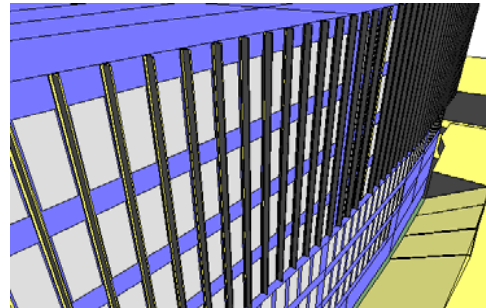


Coupe

façade sud

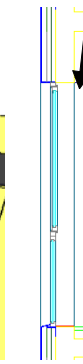


Façade nord

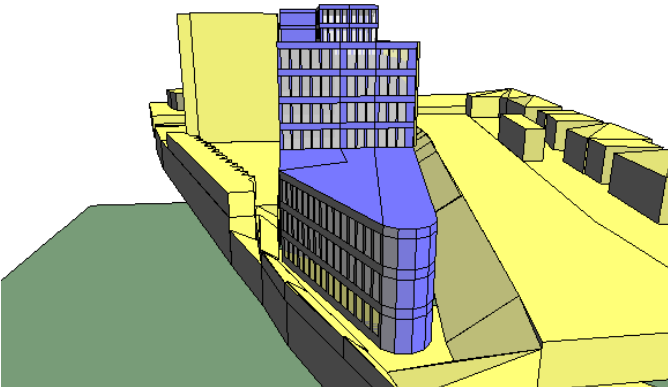


Détail profilés façade nord

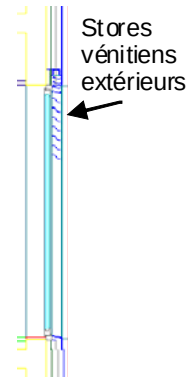
Stores
intérieurs



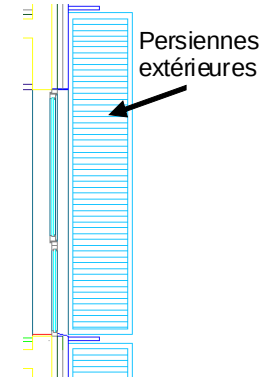
Coupe
façade nord
RDC à N7



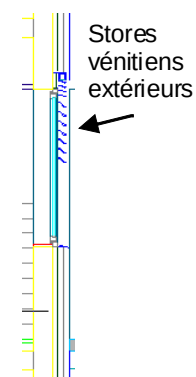
Façade est



Coupe façade est
RDJ à N1

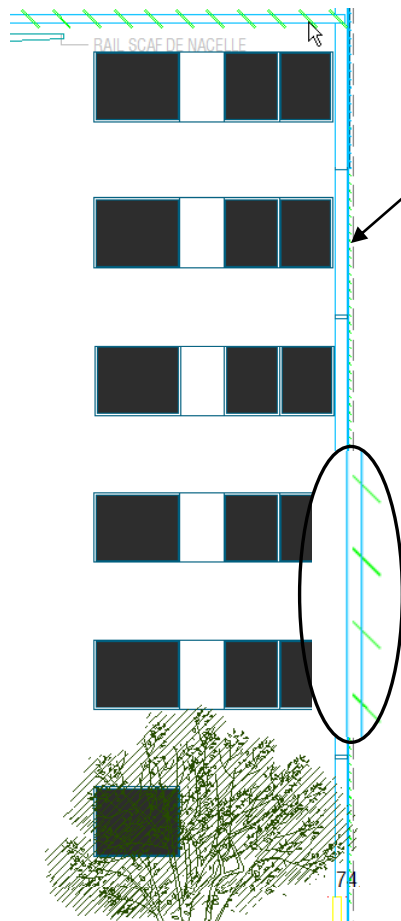


Coupe façade est
N2 à N5

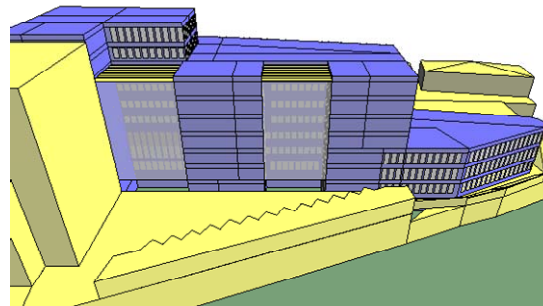


Coupe façade est
N6 à N7

BUREAUX ICADE CACHAN



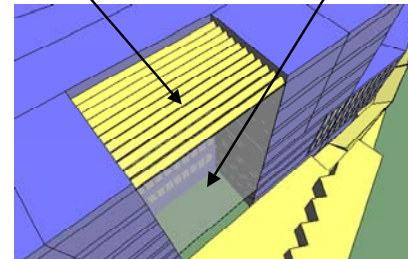
lames brises soleil
dans le plan vertical
des patios



Façade sud

Brises soleil
dans le plan horizontal

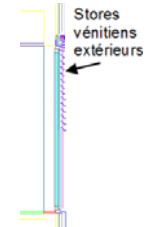
Vitrage équivalent
aux brises soleil
dans le plan vertical



Détails brises soleil des patios



Coupe
façade sud
dans patio
N2 à N5



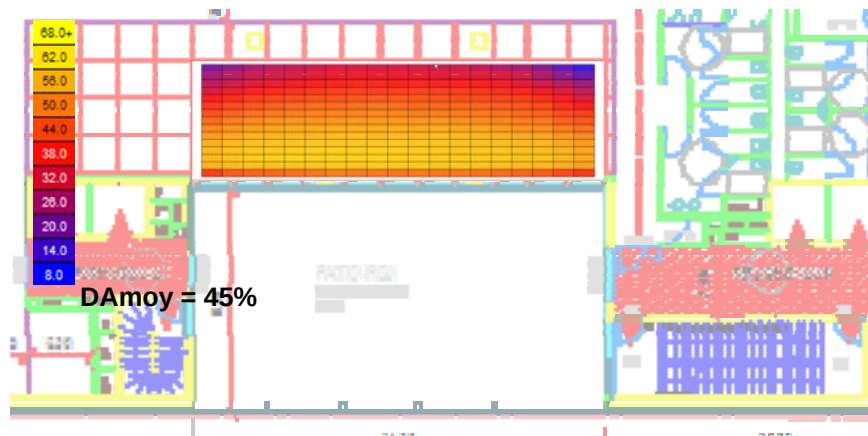
Coupe
façade sud
N6 à N7

Détails des brises soleil dans les patios

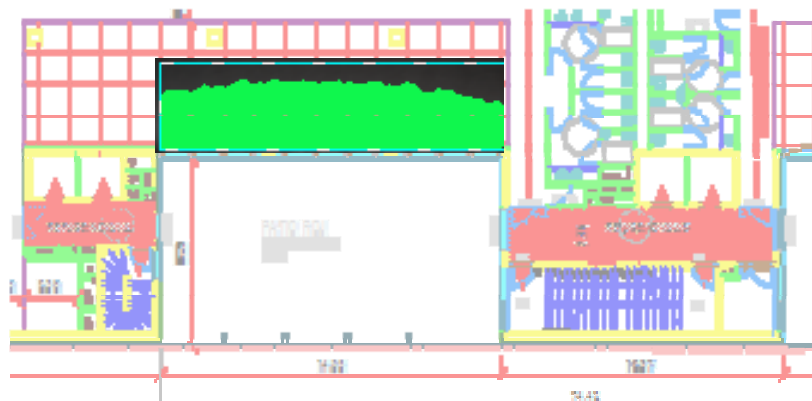
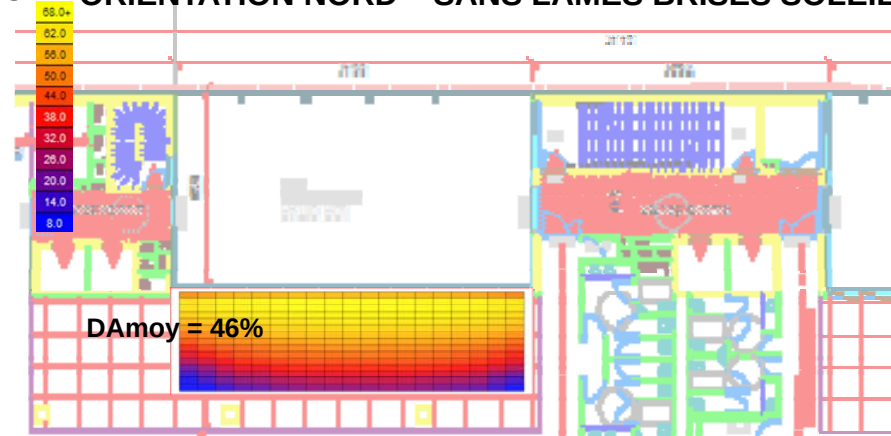
BUREAUX ICADE CACHAN

« 2 configurations identiques en autonomie mais l'orientation Sud n'attient pas le niveau FLJ visé à cause des protections solaires »

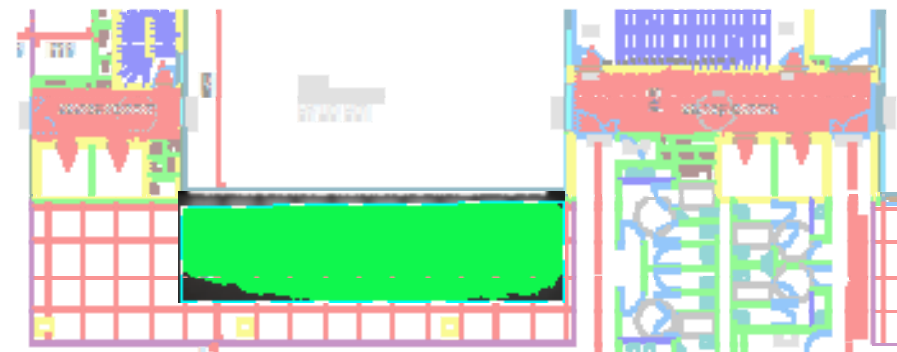
ORIENTATION SUD – LAMES BRISES SOLEIL DANS PATIO



ORIENTATION NORD – SANS LAMES BRISES SOLEIL

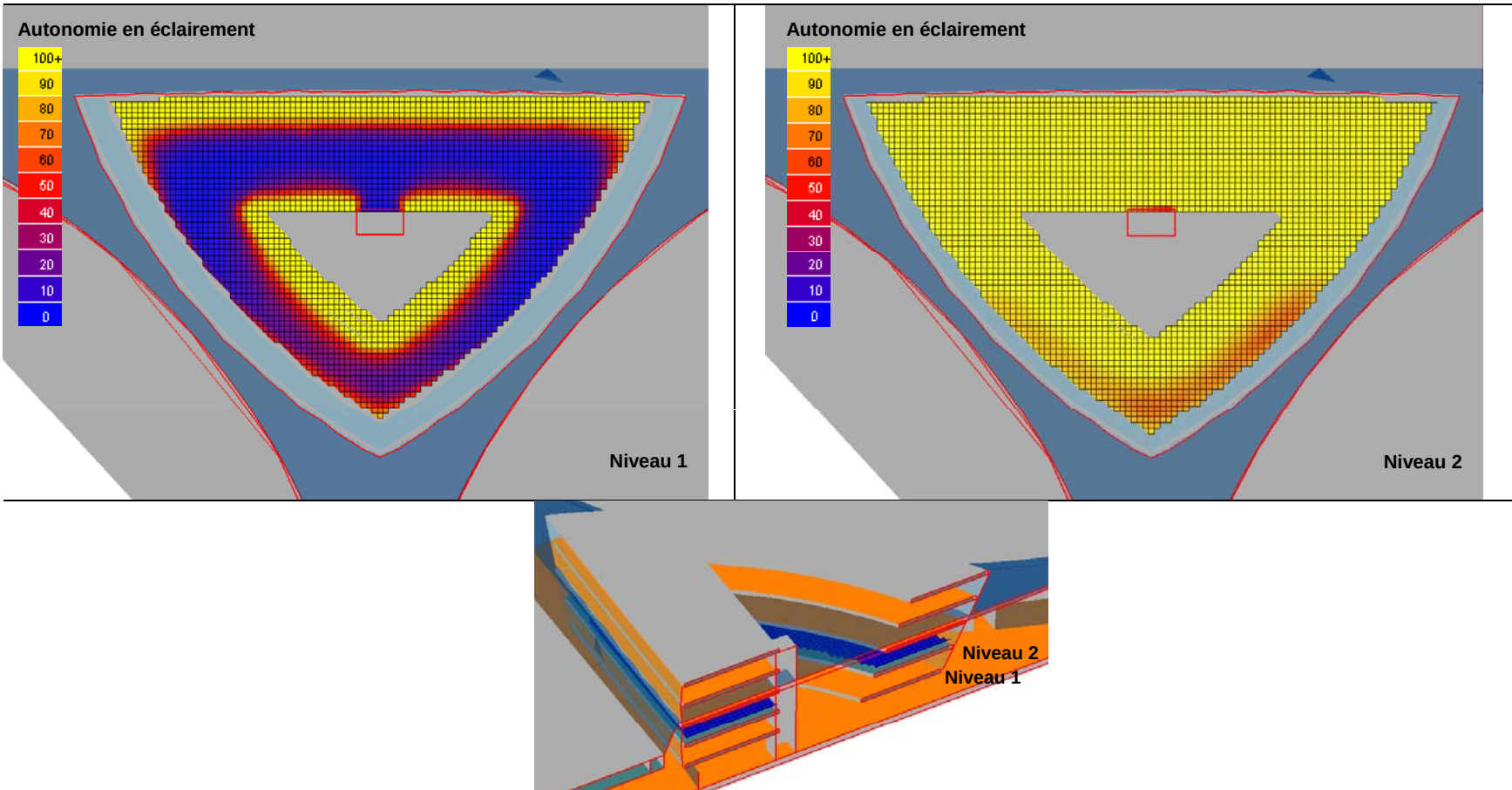


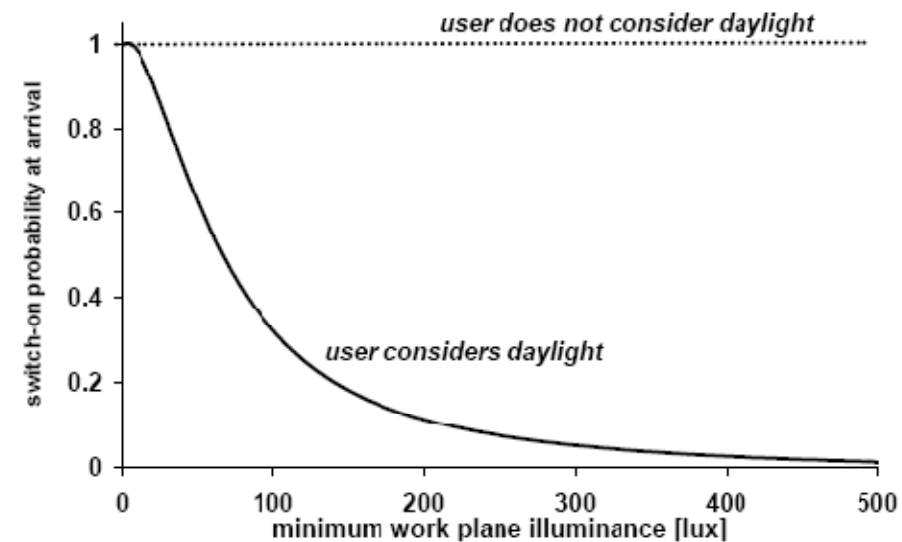
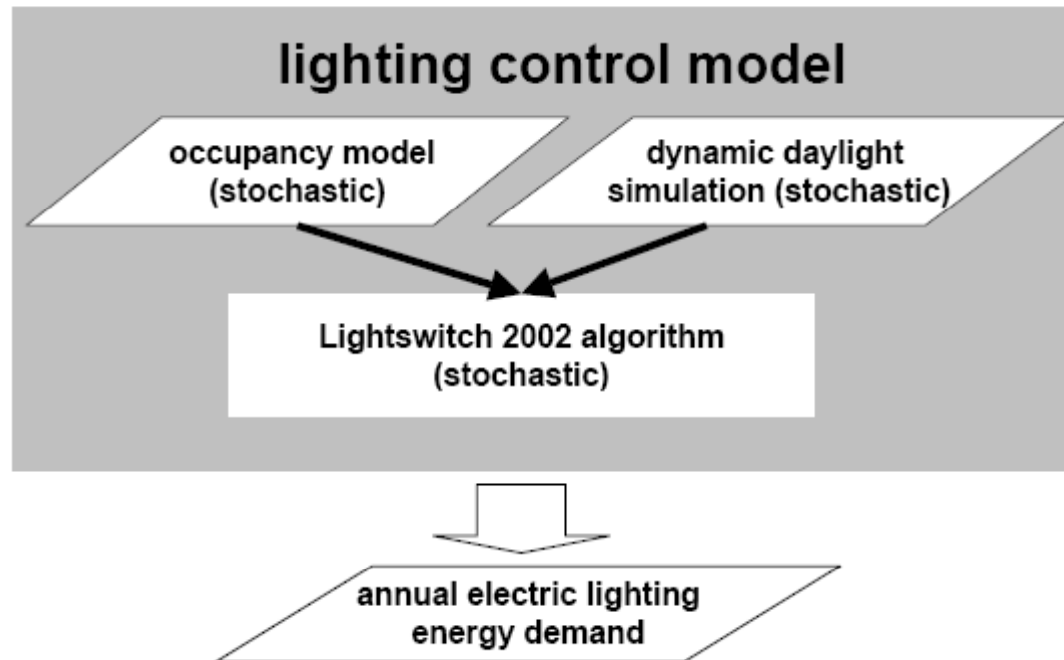
Zone où FLJ>1% avec Radiance

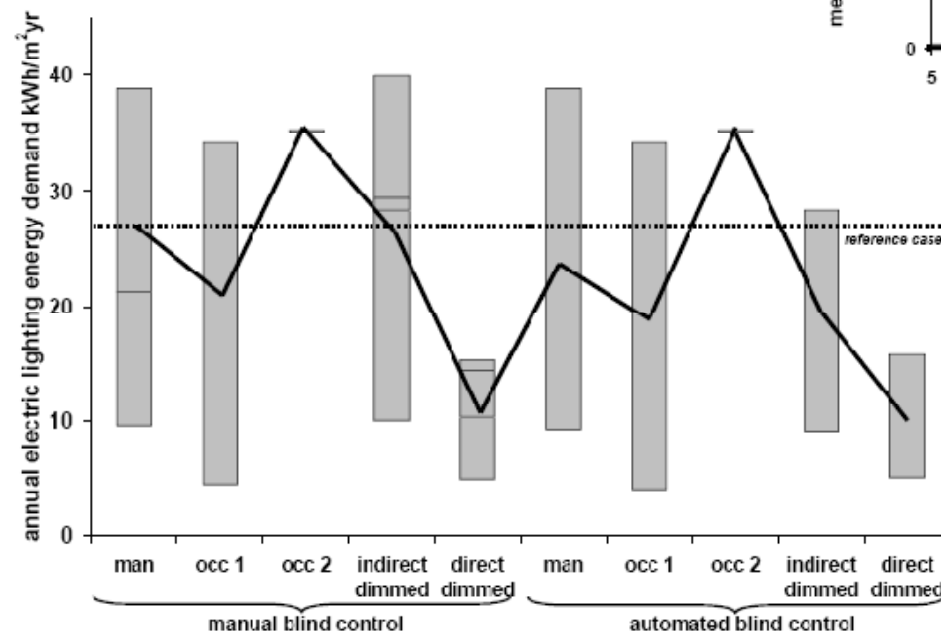
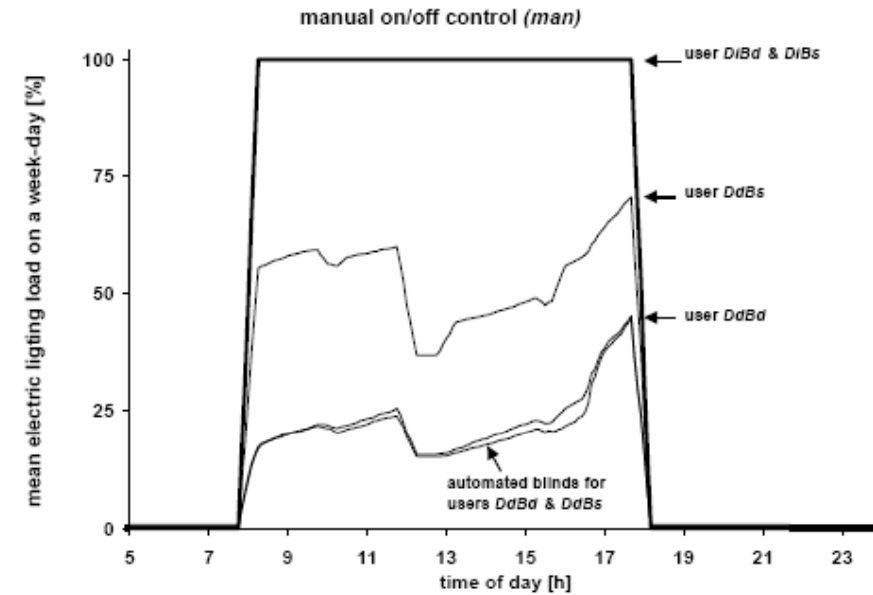
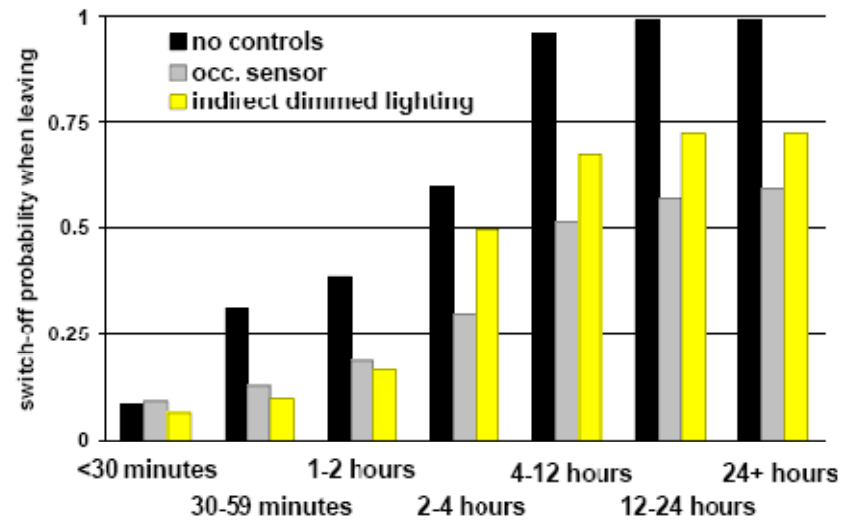


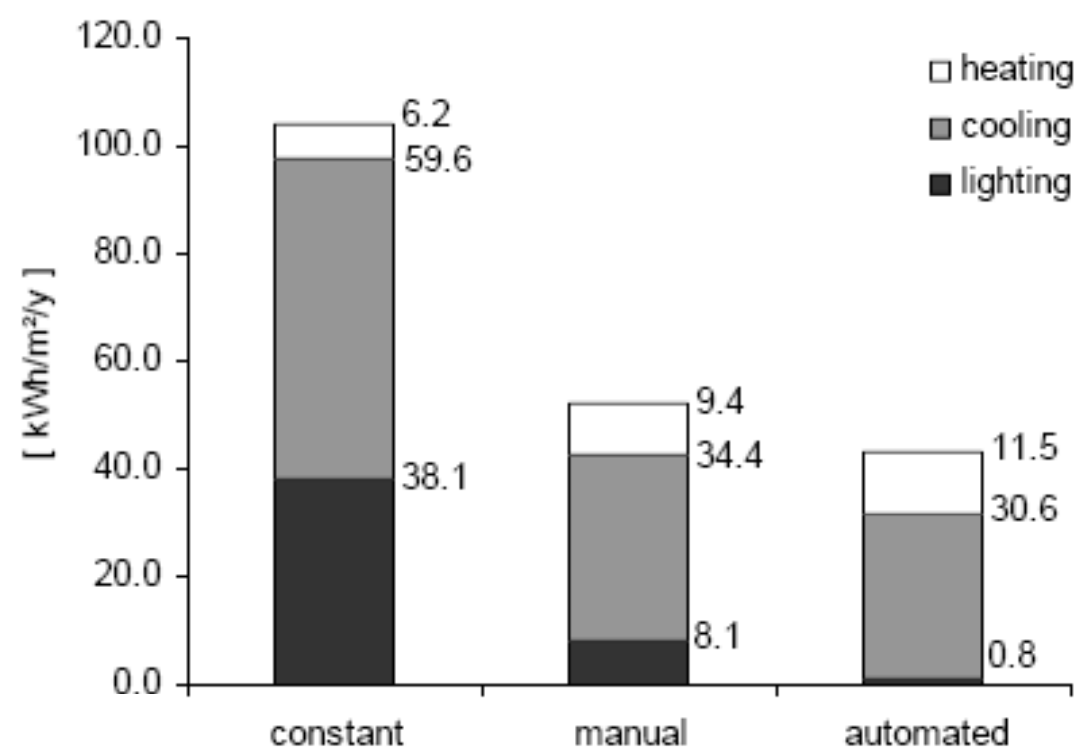
Zone où FLJ>1% avec Radiance

AEROPORT DE BOGOTA ADPI







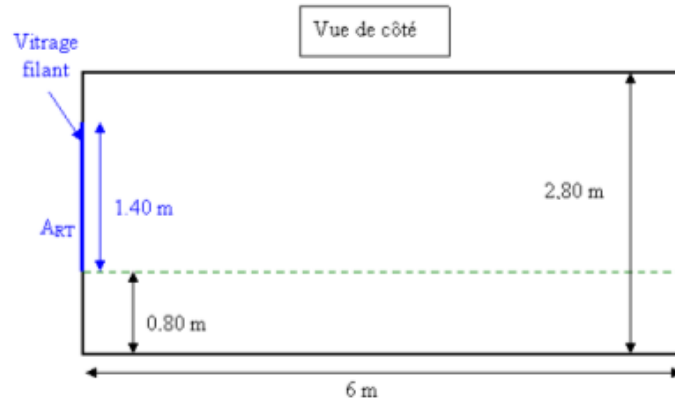




Autres pistes :

Le calcul d'une référence comme en RT

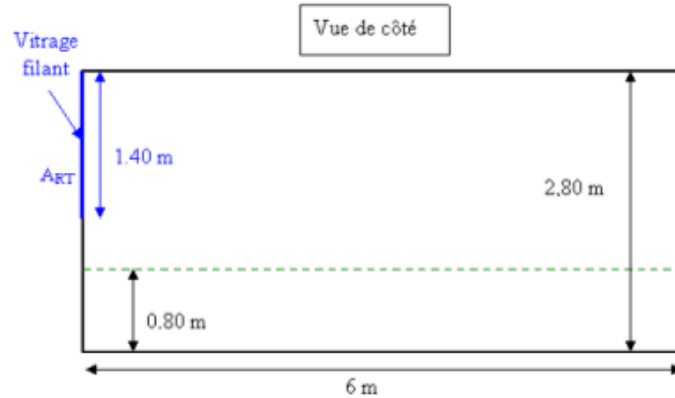
Configuration Base (Configuration RT 2005 Classique)



Définir un FLJ référence

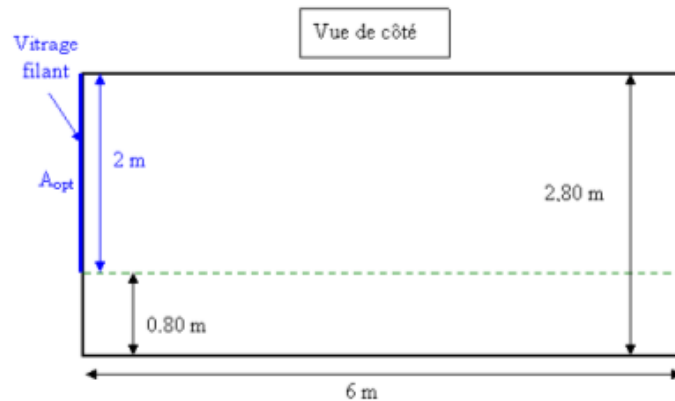


Configuration Optimum (Configuration RT 2005 Optimale)



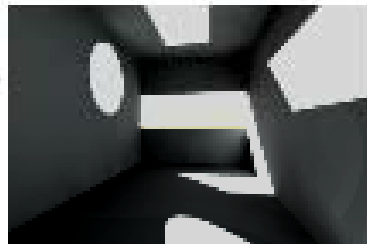
+ environnement contraint
+ DV LowE 4/16arg/4

Configuration Maximum (Configuration optimale)

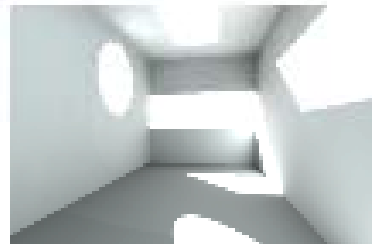


→ FLJ ref à comparer au FLJ du projet

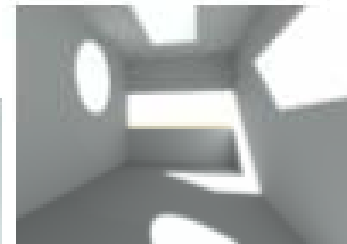
Autres pistes...



worst



best



+frequent



**Concevons
ensemble
l'environnement
bâti
de demain**