

1. Introduction :

L'environnement visuel procure une sensation de confort lorsqu'il est possible de voir les objets nettement et sans fatigue. Le confort visuel peut être aussi interprété comme la réception claire d'un message provenant de l'environnement visuel. Il est fonction de la quantité, la distribution et la qualité de la lumière (Bodart, 1999).

Dans un espace architectural, la lumière, naturelle, ou artificielle, ne peut être étudiée séparément de ses effets sur l'impression subjective de l'espace en question ni indépendamment de la source lumineuse et de ses caractéristiques (Iwata et al, 1994).

En raison de la complexité du phénomène de la lumière naturelle, l'objectif de ce chapitre se limitera à étudier les performances des paramètres physiques suivants i) l'éclairement reçu sur le plan de travail dans un bureau ii) l'uniformité des zones d'éclairages et ii) les rapports des luminances dans le champ visuel.

Ces différents variables influencent la qualité et la quantité de la lumière naturelle pénétrante à l'intérieur d'un bureau situé au troisième étage d'un bâtiment tertiaire.

2. Simulations des éclairages et des luminances dans le bureau :

Il est à rappeler que pour notre cas d'étude, nous ne considérons que la composante directe et réfléchi du ciel (ciel clair ensoleillé) et la composante réfléchi intérieure Site de l'immeuble de bureau simulé est en banlieue, sans bâtiment en face, avec un sol de nature minéral à facteur de réflexion négligeable.

Les simulations des éclairages et des luminances ont été effectués au moyen du logiciel de simulation de l'éclairage 'Radiance (2.0 BETA)'. Le bureau est équipé de protections solaires appropriées pour les orientations Sud, Est et Sud-Ouest. Ces protections ont été dimensionnées de sorte à ce qu'elles permettent une admission du soleil pendant la période où il n'engendre pas d'effets thermiques indésirables. Les protections solaires adoptées sont l'auvent 'unique', l'auvent 'subdivisé' et le light-shelf pour l'orientation Sud. les flancs pour l'orientation Est et le nid d'abeille pour l'orientation Sud-Ouest. La simulation a considéré les journées des solstices et l'équinoxe du printemps (21 Décembre, 21 Juin et le 21 mars).

Les simulations et l'analyse des résultats seront présentés par type de protection. Les résultats obtenus par la simulation de chaque protection seront analysés selon les critères suivants :

- Pour l'éclairage, l'analyse sera effectuée selon trois critères ; i) l'uniformité des valeurs d'éclairage reçus sur le plan de travail à savoir le nombre de zones d'éclairage (nous considérons une distribution non-uniforme, un espace ayant plus de deux zones d'éclairage), ii) la valeur d'éclairage minimale reçue et iii) les surfaces exposées à l'éblouissement indirect.
- Pour les luminances l'analyse sera effectuée selon le rapport luminance minimale/luminance maximale.

2.1 Bureau équipé d'un 'Auvent unique' (orientation Sud) :

2.1.1 Résultats de la simulation de l'éclairage horizontale à 0,75m du plancher:

Les résultats de la simulation sont présentés sous forme de courbe iso-lux et fausse couleur pour les périodes des solstices (21 Décembre et 21 Juin) et l'équinoxe du printemps (21 mars) à 10h, 12h, 14h, et 16h. (Fig.VI.1, VI.2, VI.3) (voir annexe C).

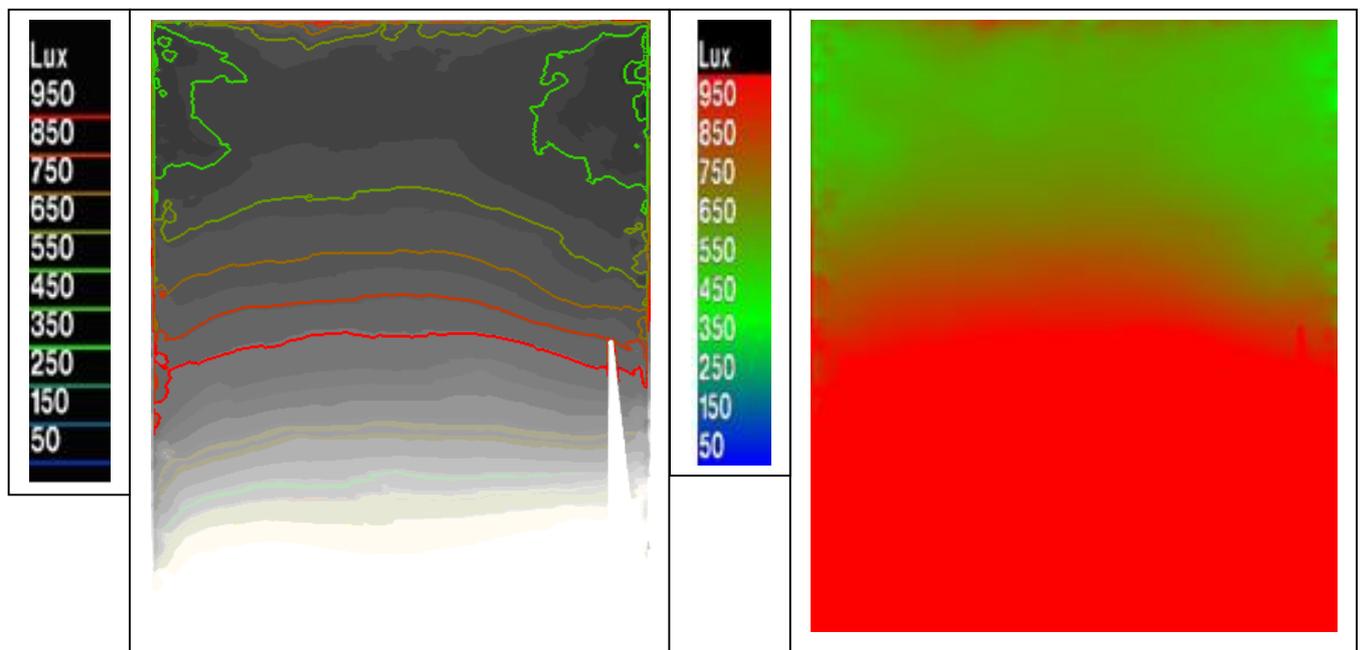


Figure VI.1: Éclairage reçu sur le plan de travail dans le bureau Sud, protection Auvent unique, le 21 Dec à 12h. courbe isolux (gauche) et fausse couleur (droite). (Source : Auteur)

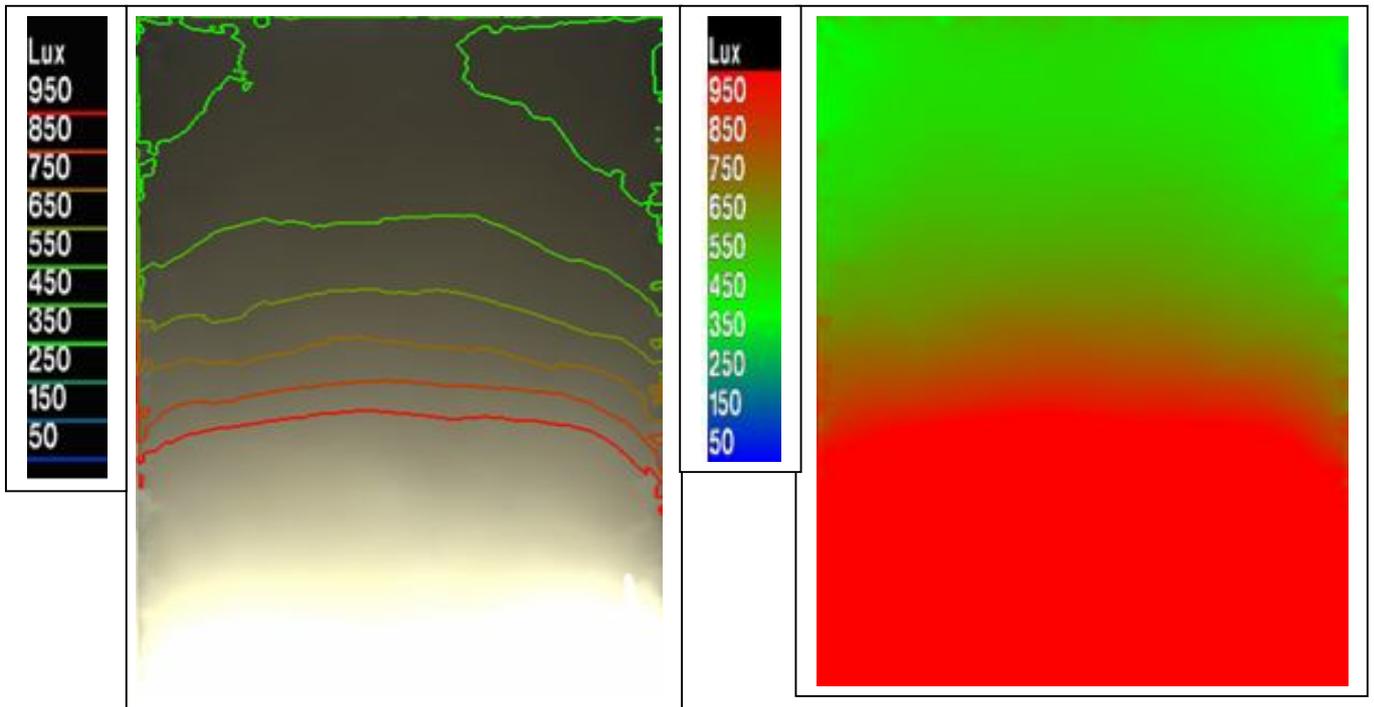


Figure VI.2: Éclairage reçu sur le plan de travail dans le bureau Sud, protection Auvent unique, le 21 Mars à 12h. courbe isolux (gauche) et fausse couleur (droite). (Source : Auteur)

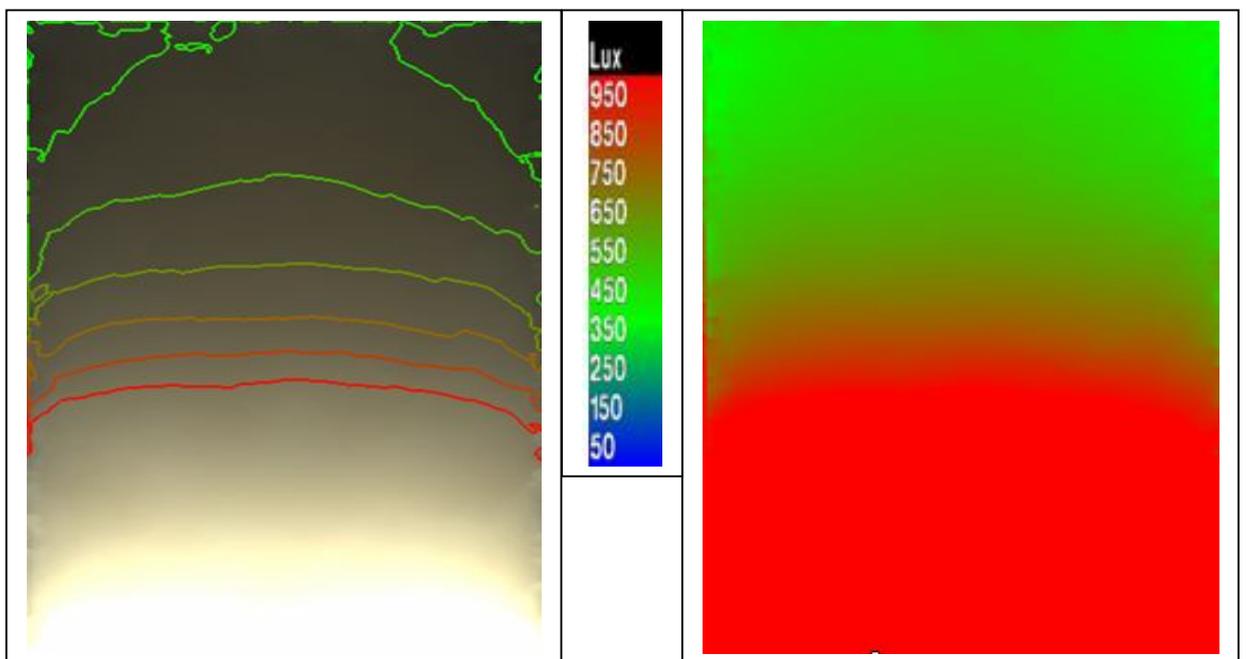


Figure VI.3: Éclairage reçu sur le plan de travail dans le bureau Sud, protection Auvent unique, le 21 Juin à 12h. Courbe isolux (gauche) et fausse couleur (droite). (Source : Auteur)

Les données issues des out-put des simulations sont collectés dans des tableaux pour les journées du 21 Décembre,21 Mars,et 21Juin (Tab.VI.1). Un tableau récapitulatif permettant la collecte de l'ensemble des données des trois mois considéré (Tab.VI.2).

Heure	Nombres de zones d'éclairage	Eclairage (lux)	Profondeur de la zone (m)
10H	Zone 1	$E > 950$	4,80
	Zone 2	$950 > E > 750$	3,20
12H	Zone 1	$E > 950$	3,80
	Zone 2	$950 > E > 650$	4,20
14H	Zone 1	$E > 950$	4,40
	Zone 2	$950 > E > 750$	3,60
16H	Zone 1	$E > 950$	3,90
	Zone 2	$950 > E > 550$	4,10

(a)

Heure	Nombres de zones d'éclairage	Eclairage lux	Profondeur de la zone en m
10H	Zone 1	$E > 950$	3,20
	Zone 2	$950 > E > 550$	2,30
	Zone 3	$550 > E > 450$	2.37
12H	Zone 1	$E > 950$	3,10
	Zone 2	$950 > E > 550$	4,90
14H	Zone 1	$E > 950$	3,20
	Zone 2	$950 > E > 550$	4,80
16H	Zone 1	$E > 950$	2,70
	Zone 2	$950 > E > 550$	1,80
	Zone 3	$550 > E > 450$	3.37

(b)

Heure	Nombres de zones d'éclairage	Éclairage (lux)	Profondeur de la zone en(m)
10H	Zone 1	$E > 950$	2,60
	Zone 2	$950 > E > 550$	3,00
	Zone 3	$550 > E > 450$	2.27
12H	Zone 1	$E > 950$	3,30
	Zone 2	$950 > E > 550$	4,70
14H	Zone 1	$E > 950$	3,00
	Zone 2	$950 > E > 550$	2,20
	Zone 3	$550 > E > 450$	2.67
16H	Zone 1	$E > 950$	2,10
	Zone 2	$950 > E > 550$	1,80
	Zone 3	$550 > E > 350$	3.97

(c)

Tableau VI.1: Tableaux des zones d'éclairage et leurs profondeurs pour les quatre temps de simulation pour l' Auvent unique (orientation sud), 21 Dec(a), 21 Mars (b); (c) 21 Juin(c). (Source :Auteur)

Mois	Surface moyenne en (%) ($E > 2000$ lux)	Surface moyenne en (%) ($2000 > E > 350$)	(E) minimale
Décembre	23,37 %	76.63%	550 lux
Mars	8,12 %	91.88%	450 lux
Juin	1,77 %	98.23%	350 lux
Surface moyenne générale en (%)	11,08 %	88,92 %	

Tableau VI.2: Tableau récapitulatif des facteurs liés à l'éclairage (Auvent unique, orientation sud). (Source : Auteur).

*($2000 > E > 350$) pour 88,92 % de la surface totale du bureau.

*($E > 2000$ lux) pour 11,08 % de la surface totale du bureau.

2.1.1.1 Analyse des résultats :

L'ensemble des valeurs d'éclairage horizontal pour les quatre temps de simulation recueillies sur le plan utile pour le mois de décembre constituent en deux zones

d'éclairages (Tab.VI.1a). Pour le mois de mars et juin (Tab.VI.1b, VI.1c) la majorité des valeurs d'éclairages sont réparties en trois zones.

Au cours du mois de décembre, les valeurs atteignant plus de 2000 lux (zone 1) s'étendent de façon maximale sur environ 23.37% de la surface totale du bureau. La zone 1, où les valeurs dépassent 2000lux, sont présentes de façon réduite lors du mois juin dans 1.77% de la surface totale du bureau (Tab.VI.2).

Une moyenne générale des surfaces dont l'éclairage est supérieur à 2000lux a été calculé, cette valeur est de 11.08 %, soit (1/10) de la surface totale du bureau (Tab.VI.2).

Les valeurs d'éclairage comprises entre 350 lux et 2000 lux sont rencontrées au niveau de 88.92% de la surface totale du bureau. La valeur minimale d'éclairage recueillie sur le plan de travail dans le bureau est de 350 lux dans la zone 3 au fond du bureau à 16h:00 pour le mois de juin. Celles du mois de décembre et Mars sont légèrement supérieures et sont comprises entre 450 et 550lux (Tab.VI.2).

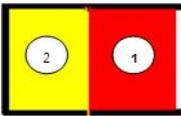
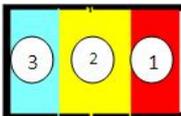
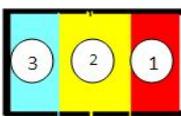
Mois	Nombre de zone	Observation
Décembre	2 zones 	Moyennement uniforme
Mars	3 zones 	Non uniforme
Juin	3 zones 	Non uniforme

Tableau VI.3: Récapitulation de nombre de zone d'éclairage (Auvent unique, orientation sud). (Source : Auteur).

2.1.2 Résultats de la simulation des luminances dans le macro-champ visuel:

Les résultats de la simulation sont présentés sous forme d'images fish-eye du champ visuel d'un usager assis au fond du local et regardant vers la paroi transparente, et ce pour les journées des solstices et l'équinoxe du printemps (21 Décembre, 21 Juin et le 21mars) à 10h, 12 h, 14h, et 16h.(voir annexe D).

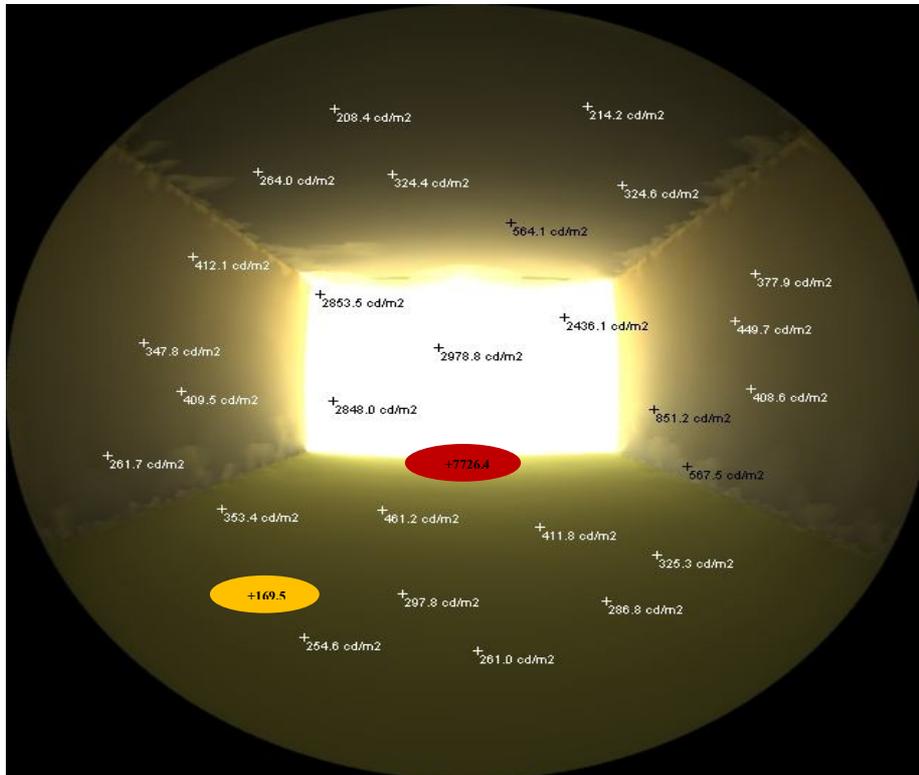
Les données résultantes de la simulation des valeurs des luminances dans le bureau par rapport au macro-champ visuel, sont récapitulées dans le tableau ci-dessous (Tab.VI.4).le ratio minimale sur celle maximale a été rajouté aux données de ce tableau. L'analyse des résultats est basée sur une comparaison des rapports des luminances simulés en fonction des ratios recommandés. (voir section 4.1.3.2 ; chap.V).

Mois heure	Décembre			Mars			Juin		
	L max c/m ²	L min c/m ²	Ratio Lmin /Lmax	L max c/m ²	L min c/m ²	Ratio Lmin /Lmax	L max c/m ²	L min c/m ²	Ratio Lmin /Lmax
10h	10639.7	326,8	1/32	8537.7	182,4	1/46	3602.2	138,8	1/25
12h	9706.4	212	1/45	11671.3	168.7	1/69	7726,4	169,5	1/45
14h	10700.3	306,4	1/34	10502.9	174.7	1/71	5707,3	149,5	1/38
16h	7381	228.9	1/34	5407.9	143.1	1/37	3085,6	110,5	1/27

Tableau VI.4: Tableau récapitulatif des ratios des luminances pour la journée du 21 Décembre 21Mars et 21 Juin (Auent unique,orientation sud , sous ciels claire ensoleillés) (Source : Auteur).

Mois	Nombre de fois le ratio (Lmin /Lmax) est compris entre 1/20 - 1/40	Observation
Décembre	3 fois	confortable
Mars	1 fois	inconfortable
Juin	3 fois	confortable

Tableau VI.5: Tableau comparatif des ratios des luminances pour la journée du 21 Décembre 21Mars et 21 Juin (Auent unique,orientation sud , sous ciels claire ensoleillés) (Source : Auteur).



(c)

Figure VI.4: Images fish-eye des Valeurs minimales et maximales des luminances à 12h (bureau équipé d'Auvent unique, orientation sud) (a) 21 Dec, (b) 21 mars, (c) 21 Juin. (Source : Auteur)

2.1.2.1 Analyse des résultats :

Les ratios des luminances pour le mois de Décembre sont de (1/32) à 10h et (1/34) à 14h et à 16h, seul la deuxième période de la matinée (12:00 h) ou le ratio est de (1/45). Ce qui nous mène à dire que les ratios compris entre 1/20 et 1/40 sont au nombre de 3. Pour le mois de Mars, c'est durant la deuxième période de l'après midi (16:00 h) que le ratio est de (1/37). Pour le reste de la journée, le ratio des luminances est supérieur à (1/40). Il en résulte donc que les ratios compris entre 1/20 et 1/40 sont au nombre d'une seule situation. Pour le mois de Juin, c'est pendant la deuxième période de la matinée (12:00 h) que le ratio est de (1/45), pour le reste de la journée est compris entre (1/25) et (1/38). Ceci implique que les ratios compris entre 1/20 et 1/40 sont d'un nombre de 3.

2.1.3 Interprétation des résultats :

Uniformité des zones d'éclairage :

L'ensemble des mesures d'éclairage recueillies pour le bureau démontre une distribution non- uniforme des valeurs d'éclairages sur le plan de travail sauf pour le mois de décembre qui présente une distribution moyennement uniforme (Tab.VI.3). On remarque que le nombre de zone d'éclairage varie de 2 à 3 zones avec des profondeurs qui varient selon l'heure et le mois. Cette variation est due au changement de la trajectoire du soleil pendant la journée (orientation sud) aussi son hauteur et azimut qui changent des saisons estivales aux saisons hivernales (hauteur maximale en été et minimale en hiver).

L'éclairage sur le plan de travail :

Pour un plan de travail dans un bureau (micro-champ visuel), les valeurs d'éclairage recommandées sont d'une manière générale comprises entre 200 et 600 lux (Fontoynt, 1999). En comparant les valeurs recueillies lors de la simulation (valeur minimale d'éclairage (550 lux) pour le mois de Décembre, (450 lux) pour le mois de Mars et (350 lux) pour le mois de Juin, à celles majoritairement recommandées, ces valeurs démontrent une meilleure performance du bureau en matière d'éclairage optimale sur le plan de travail dont la valeur est comprise entre 350lux et 2000lux pour 88,92 % de la surface totale du bureau.

Un éclairage naturel supérieur à 2000 lux cause souvent l'inconfort visuel (Nabil et Mardaljevic 2005) .Pour notre cas la surface moyenne générale d'éclairage supérieur a 2000lux est de 11,08 % de la surface totale du bureau (Tab.VI.2). Cette augmentation des valeurs d'éclairages est due à la localisation de cette zone près du mur rideau ou la composante directe de la voûte céleste est prépondérante. Ceci signifie que les occupants des postes de travail dans cette zone sont exposés au risque d'éblouissement durant le mois de Décembre à cause de la baisse hauteur du soleil. Dans l'ensemble, la surface exposée à l'éblouissement indirect ne représente que 1/10 de la surface totale du bureau.

Les ratios de luminance dans le macro-champ visuel :

Les valeurs recommandées pour le Rapport luminance minimale / luminance maximale), dans le macro-champ visuel sont de 1/20 à 1/40 entre une source lumineuse et n'importe quel point dans le champ visuel (Baker et al, 1993). En comparant les données obtenues (Tab.VI.4)

à celles recommandées, les ratios simulés dans le macro-champ visuel respectent les valeurs recommandées, durant les mois de Décembre et Juin (Tab.VI.5). Ces deux mois présentent des situations de confort contrairement au mois de Mars où l'ensemble des ratios ne respecte pas les valeurs recommandées (Tab.VI.5). Les ratios atteignant 1/71 qui causent de l'éblouissement direct et la fatigue. Rappelons que le mur rideau occupe une très grande portion du champ de vision de l'occupant.

En conclusion, le bureau orienté Sud, équipé d'une protection solaire horizontale 'auvent unique' naturellement éclairé, sous un ciel clair ensoleillé, présente sur le plan de travail des situations très acceptables pour les valeurs d'éclairement avec une valeur minimale de 350lux en plus, d'une surface négligeable exposé à l'éblouissement indirect. La protection 'Auvent unique' démontre de manière générale, de meilleures conditions visuelles, efficace pour éviter le risque d'éblouissement dû au contraste.

2.2 Bureau équipé d'un système Auvent subdivisé (orientation Sud) :

2.2.1 Résultats de la Simulation de l'éclairement horizontal à 0,75m du plancher :

Les résultats de la simulation sont présentés sous forme de courbe iso-lux et fausse couleur pour les périodes des solstices (21 Décembre et 21 Juin) et l'équinoxe du printemps (21mars) à 10h, 12h, 14h, et 16h. (Fig.VI.5, VI.6 ,VI.7) (voir annexe B).

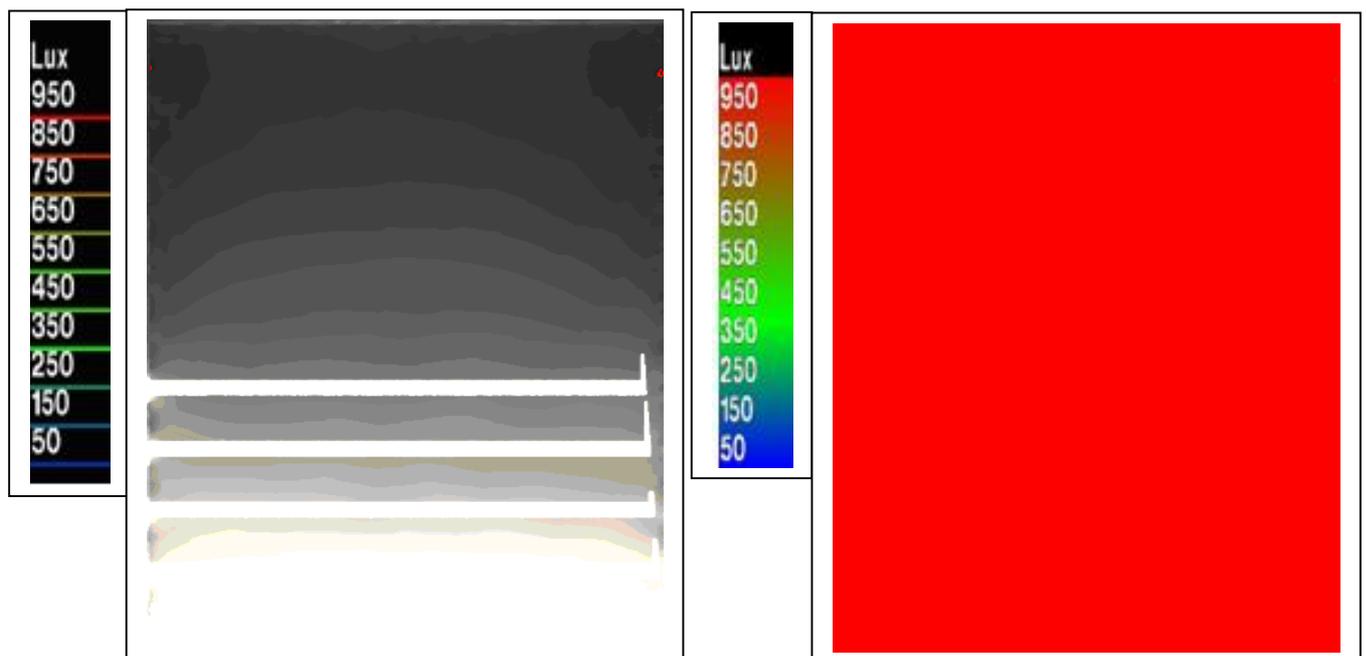


Figure VI.5: Éclairement reçu sur le plan de travail dans le bureau Sud, protection Auvent subdivisé, le 21 Dec à 12h. courbe isolux (gauche) et fausse couleur (droite). (Source : Auteur)

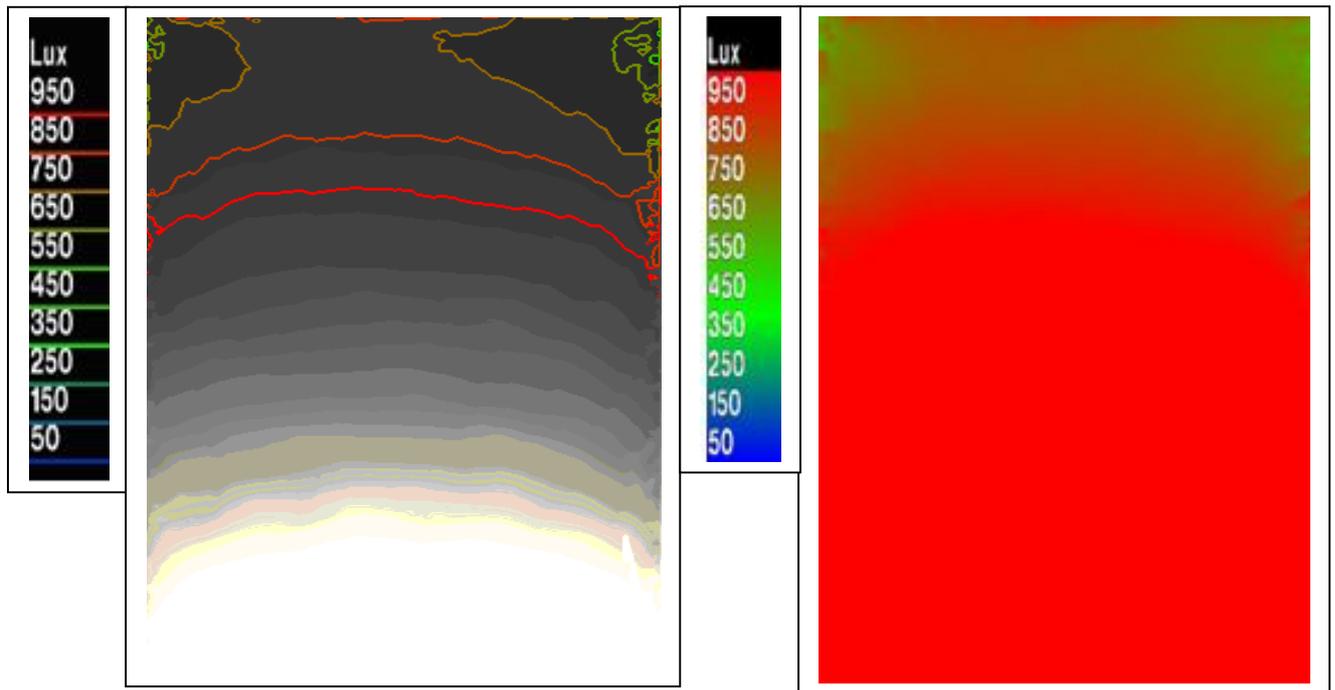


Figure VI.6: Éclairage reçu sur le plan de travail dans le bureau Sud, protection Auvent subdivisé, le 21 Mars à 12h. courbe isolux (gauche) et fausse couleur (droite). (Source : Auteur)

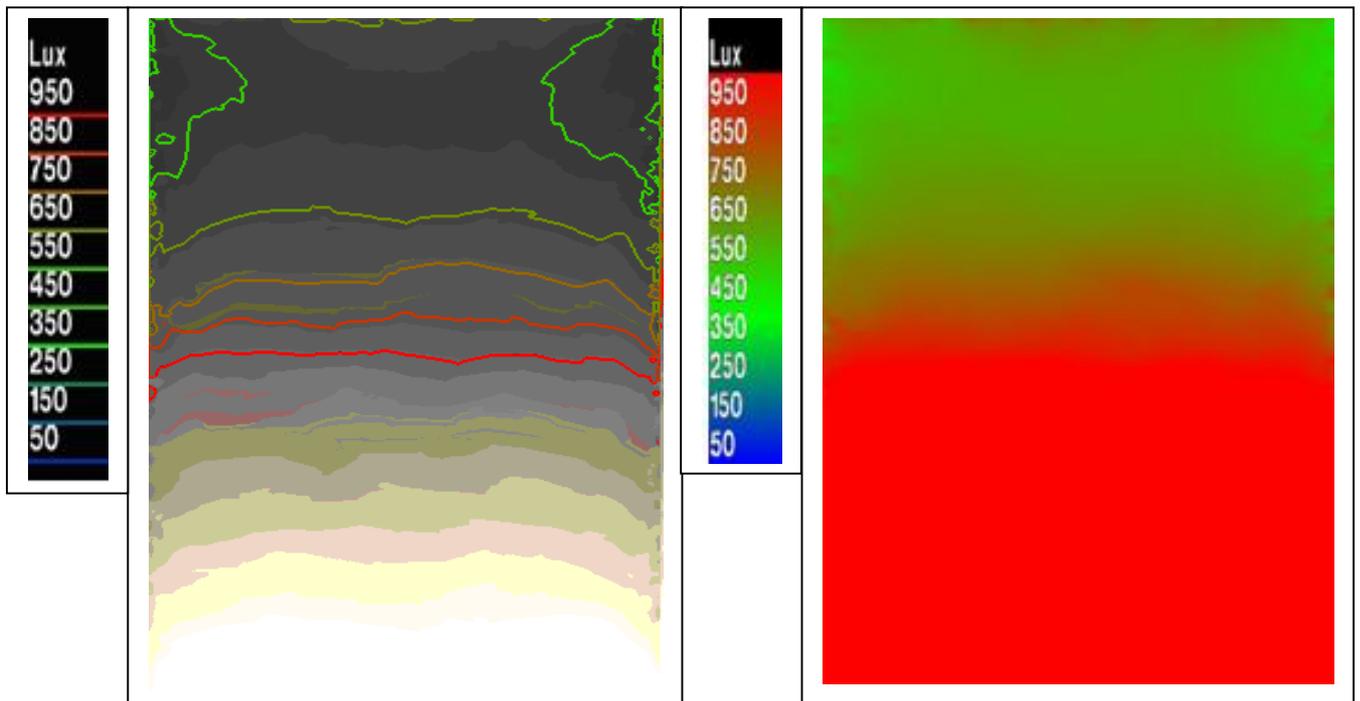


Figure VI.7: Éclairage reçu sur le plan de travail dans le bureau Sud, protection Auvent subdivisé, le 21 Juin à 12h. courbe isolux (gauche) et fausse couleur (droite). (Source : Auteur)

Les données issues des out-put des simulations sont collectés dans les tableaux (Tab.VI.6a,VI.6b,VI.6c) respectivement pour le journées du 21 Décembre,21 Mars,21Juin.

Un tableau récapitulatif permettant la collecte de l'ensemble des données des trois mois considérés (Tab.VI.7).

Heure	Nombres de zones	Eclairage lux	Profondeur de la zone en m
10H	zone1	E > 950	7,87
12H	zone1	E > 950	7,87
14H	zone1	E > 950	7,87
16H	zone1	E > 950	5,30
	zone2	950>E > 750	2,57

(a)

Heure	Nombres de zones	Eclairage lux	Profondeur de la zone en m
10H	zone 1	E > 950	5,60
	zone 2	950>E > 650	2,27
12H	zone 1	E > 950	5,70
	zone 2	950>E > 750	2,17
14H	zone 1	E > 950	5,00
	zone 2	950>E > 750	2,87
16H	zone 1	E > 950	4,10
	zone 2	950>E > 550	3,77

(b)

Heure	Nombres de zones	Eclairage lux	Profondeur de la zone en m
10H	zone 1	E > 950	3,00
	zone 2	950>E > 550	2,00
	zone 3	550>E > 450	2,87
12H	zone 1	E > 950	4,00
	zone 2	950>E > 650	3,87
14H	zone 1	E > 950	3,20
	zone 2	950>E > 550	4,67
16H	zone 1	E > 950	2,30
	zone 2	950>E > 550	1,80
	zone 3	550>E > 450	3,77

(c)

Tableau VI.6: Tableaux des zones d'éclairage et leurs profondeurs pour les quatre temps de simulation pour l' Auvent subdivisé (orientation sud), 21 Dec(a), 21 Mars (b); (c) 21 Juin(c). (Source :Auteur)

Mois	Surface moyenne en (%) (E > 2000 lux)	Surface moyenne (2000 >E > 450)	(E) minimale
Décembre	61,75 %	38.25	750 lux
Mars	34,81%	65.19	550 lux
Juin	9,71 %	90.29	450 lux
Surface moyenne générale en (%)	35,42 %	64,58 %	

Tableau VI.7: Tableau récapitulatif des facteurs liés à l'éclairage (Auvent subdivisé, orientation sud). (Source : Auteur).

*(2000 >E > 450) pour 64,58 % de la surface totale du bureau.

*(E > 2000 lux) pour 35,42 % de la surface totale du bureau.

2.2.1.1 Analyse des résultats :

L'ensemble des valeurs d'éclairages horizontales pour les quatre temps de simulation recueillies sur le plan de travail du mois de Décembre sont d'une seule zone d'éclairages. Pour le mois de mars les valeurs d'éclairage sont réparties en deux zones et pour le mois de juin la majorité des valeurs sont divisés en trois zones (Tab.VI.8).

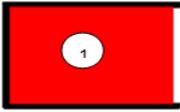
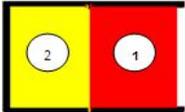
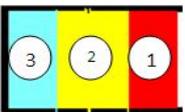
Mois	Nombre de zone	Observation
Décembre	1 zone 	Uniforme
Mars	2 zones 	Moyennement uniforme
Juin	3 zones 	Non uniforme

Tableau VI.8: Récapitulation de nombre de zone d'éclairage (Auvent subdivisé, orientation sud). (Source : Auteur).

Soit un maximum de 61,75 % de la surface totale du bureau pour le mois de décembre, les valeurs d'éclairements atteignent plus de 2000lux dans la zone 1 (près de la fenêtre). Cette valeur diminue à 34,81% Pour le mois de mars puis elle arrive à 9,71 % dans le mois de juin. En Compliment de l'analyse Une moyenne générale des surfaces dont l'éclairement est supérieur à 2000lux à été calculé, cette valeur est de 35,42 % soit plus de (1/4) de la surface totale du bureau (Tab.VI.7).

Une surface moyenne importante de 64.58% de la surface totale du bureau dont les éclairements sont compris entre 350lux et 2000lux (Tab.VI.7). La valeur minimale d'éclairement recueillie sur le plan de travail dans le bureau est de 450 lux dans la zone 3 au fond du bureau à 16h:00 pour le mois de juin. Celles du mois de décembre et mars sont légèrement supérieurs comprise entre 550 et 750lux (Tab.VI.7).

2.2.2 Résultats de Simulation des luminances dans le (micro-champ visuel)

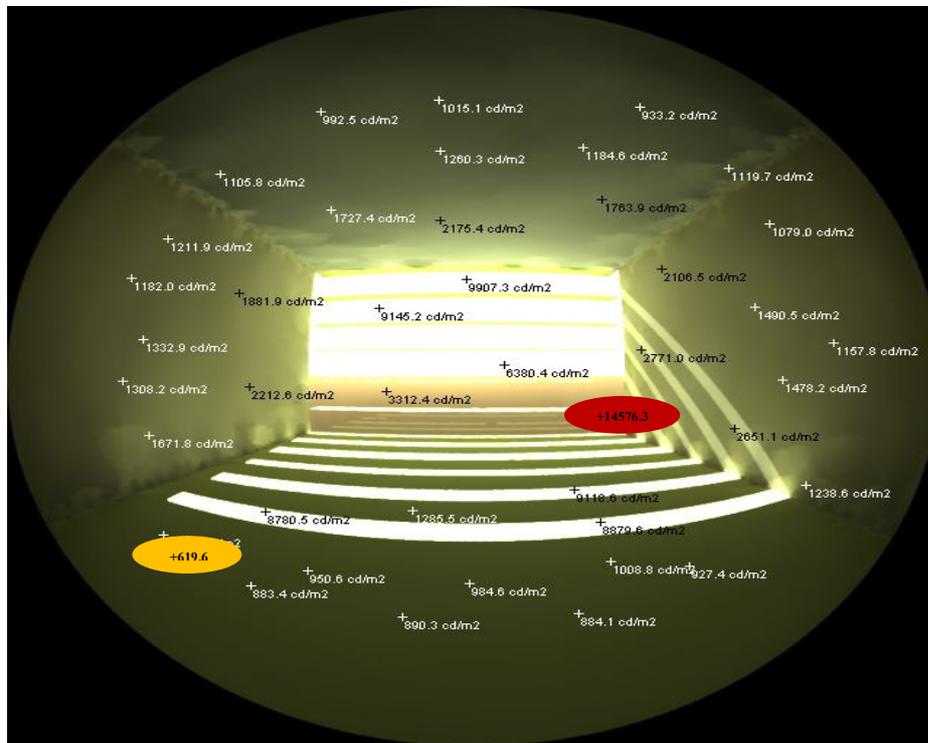
Les données résultantes de la simulation des valeurs des luminances dans le bureau par rapport au macro-champ visuel (Fig.VI.8a, VI.8b, VI.8c) sont récapitulées dans le tableau ci-dessous (Tab.VI.9). le ratio minimale sur celle maximale a été rajouté aux données de ce tableau. L'analyse des résultats est basée sur une comparaison des rapports des luminances simulés en fonction des ratios recommandés (Tab.VI.10).

heure	Décembre			Mars			Juin		
	L max c/m ²	L min c/m ²	Ratio Lmin /Lmax	L max c/m ²	L min c/m ²	Ratio Lmin /Lmax	L max c/m ²	L min c/m ²	Ratio Lmin /Lmax
10h	16364.7	542	1/30	16613,8	269,7	1/61	18573.4	170	1/109
12h	14576.3	619.6	1/23	20823,2	324,9	1/64	16916,4	224	1/75
14h	15608.1	616,5	1/25	19568.9	291,7	1/67	20029.5	192.4	1/104
16h	11590.5	345	1/36	11949.1	211,1	1/56	14644.	149.6	1/97

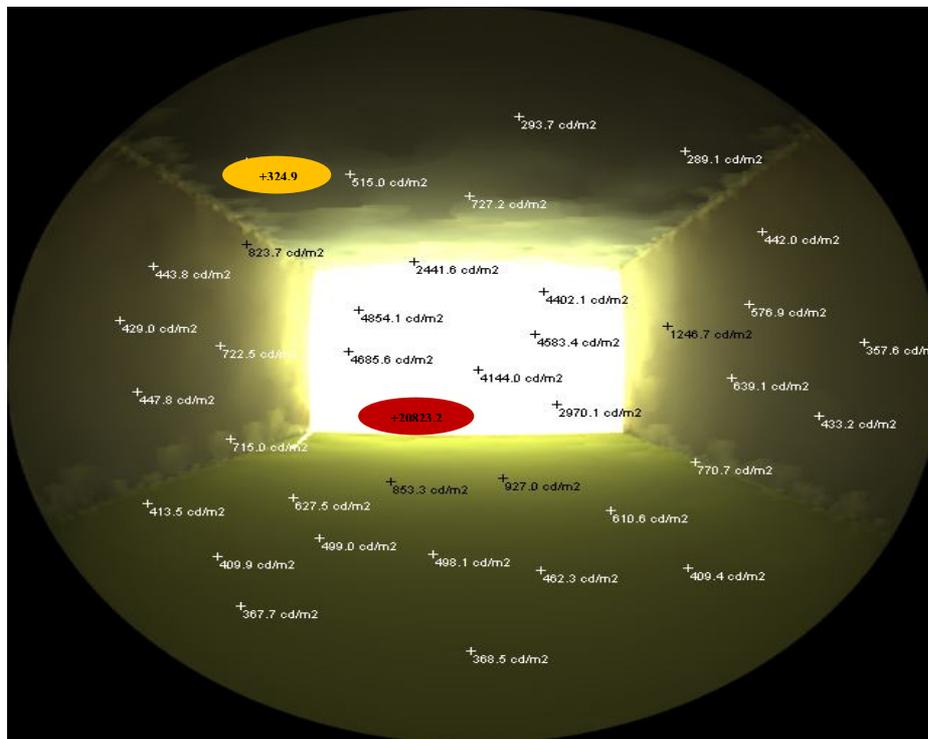
Tableau VI.9: Tableau récapitulatif des ratios des luminances pour la journée du 21 Décembre 21Mars et 21 Juin (Auvent subdivisé, orientation sud , sous ciels claire ensoleillés) (Source : Auteur).

Mois	Nombre de fois le ratio est compris entre 1/20 - 1/40	Observation
Décembre	4 fois	Très confortable
Mars	0 fois	inconfortable
Juin	0 fois	inconfortable

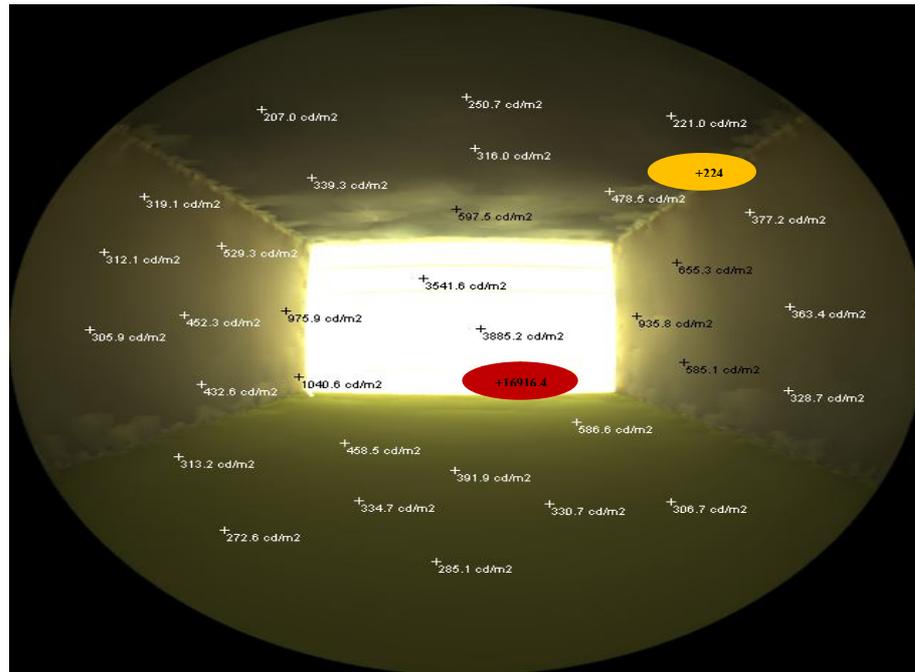
Tableau VI.10: Tableau comparatif des ratios des luminances pour la journée du 21 Décembre 21Mars et 21 Juin (Auvent subdivisé, orientation sud , sous ciels claire ensoleillés) (Source : Auteur).



(a)



(b)



(c)

Figure VI.8: Images fish-eye des Valeurs minimales et maximales des luminances à 12h (bureau équipé d'Auvent subdivisé, orientation sud) (a) 21 Dec,(b) 21 mars ,(c) 21 Juin. (Source : Auteur)

2.2.2.1 Analyse des résultats :

Une première lecture des ratios de luminances pour les mois de décembre, mars et juin démontre clairement une grande différence. Seul le mois décembre présente les ratios qui se situent entre 1/20 et 1/40 d'un nombre de 4. Par contre pour les mois de mars et juin les ratios sont inférieurs au ratio de référence de 1/40 où les problèmes d'éblouissement semblent presque inévitables (Tabl.VI.10).

2.2.3 Interprétation des résultats

Uniformité des zones d'éclairage

Les mesures d'éclairage recueillies pour le bureau démontrent clairement une différence de l'uniformité des zones d'éclairage entre les saisons. C'est dans le mois de décembre où la distribution est totalement uniforme présentée par une seule zone d'éclairage. Pour le mois de mars la distribution est répartie en deux zones (distribution moyennement uniforme), puis elle augmente en trois zones pour le mois de juin (distribution non uniforme) (Tab.VI.8).

L'éclairage sur le plan de travail :

Comparé à la valeur minimale de référence, le bureau présente une meilleure performance en matière d'éclairage, dont la valeur minimale recueillie est de 450 lux. De plus une surface moyenne de 64,58 % de la surface totale du bureau où l'éclairage est compris entre 450 lux

et 2000lux. Quoiqu'une surface de 35.42% soit plus de 1/3de bureau l'éclairément est supérieur à 2000lux ou le risque d'éblouissement est inévitable.

Les ratios de luminance dans le champ visuel :

Les données illustrées sur le tableau VI.9 démontre que le mois de décembre présente des ratios qui respectent la valeur recommandée et cela pour les quatre temps de mesure, l'ambiance dans cette période est qualifier de confortable. Etant tous inférieur a 1/40 aucun ration ne respecte la valeur recommandée pour le mois de mars et juin .Ainsi il ya risque d'éblouissement direct en raison de fort contraste dans le champ visuel de l'occupant de bureau.

En somme, le bureau d'une orienté sud, équipé d'une protection solaire horizontale 'auvent subdivisé' naturellement éclairé, sous un ciel clair ensoleillé présente d'une manière générale une distribution non uniforme des éclairéments sur le plan de travail.

Le bureau présente une meilleure performance en matière d'éclairage naturelle. Les résultats démontrent un excès de lumière. Celui-ci étant supérieur à 2000lux dans une surface plus au moins importante de 35.42% soit plus de 1/3de bureau. Le bureau démontre de manière générale, des conditions visuelles inconfortables dans le champ visuel de l'occupant.

2.3 Bureau équipé d'un système Light shelf (orientation Sud) :

2.3.1 Résultats de la Simulation de l'éclairément horizontale à 0,75m du plancher :

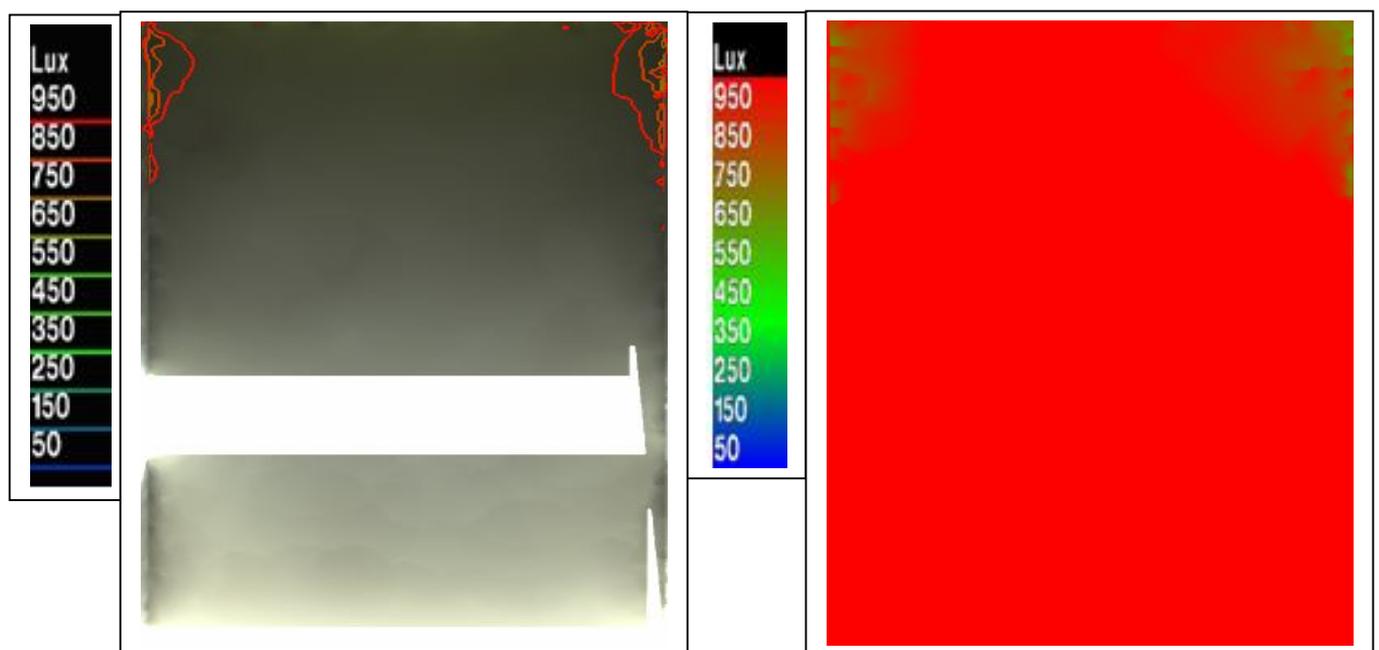


Figure VI.9: Éclairément reçu sur le plan de travail dans le bureau Sud, protection Light shelf, le 21 Dec à 12h. courbe isolux (gauche) et fausse couleur (droite). (Source : Auteur)

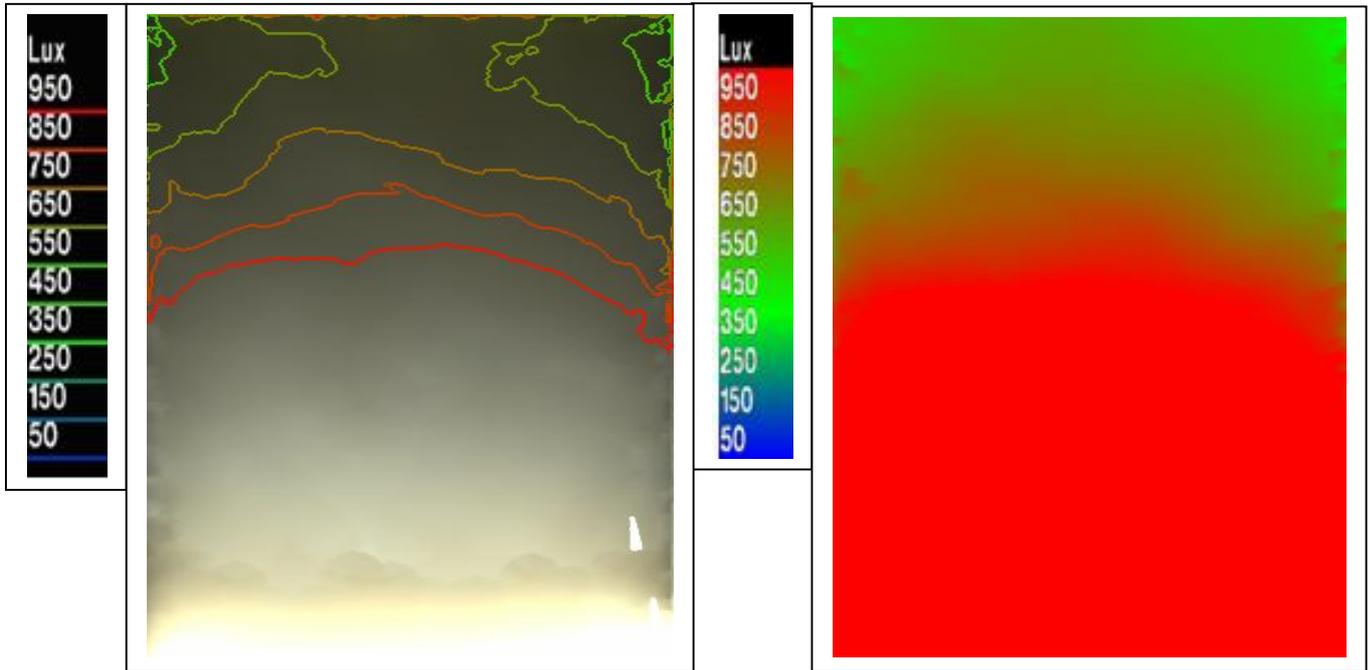


Figure VI.10: Éclairage reçu sur le plan de travail dans le bureau Sud, protection Light shelf, le 21 Mars à 12h. courbe isolux (gauche) et fausse couleur (droite). (Source : Auteur)

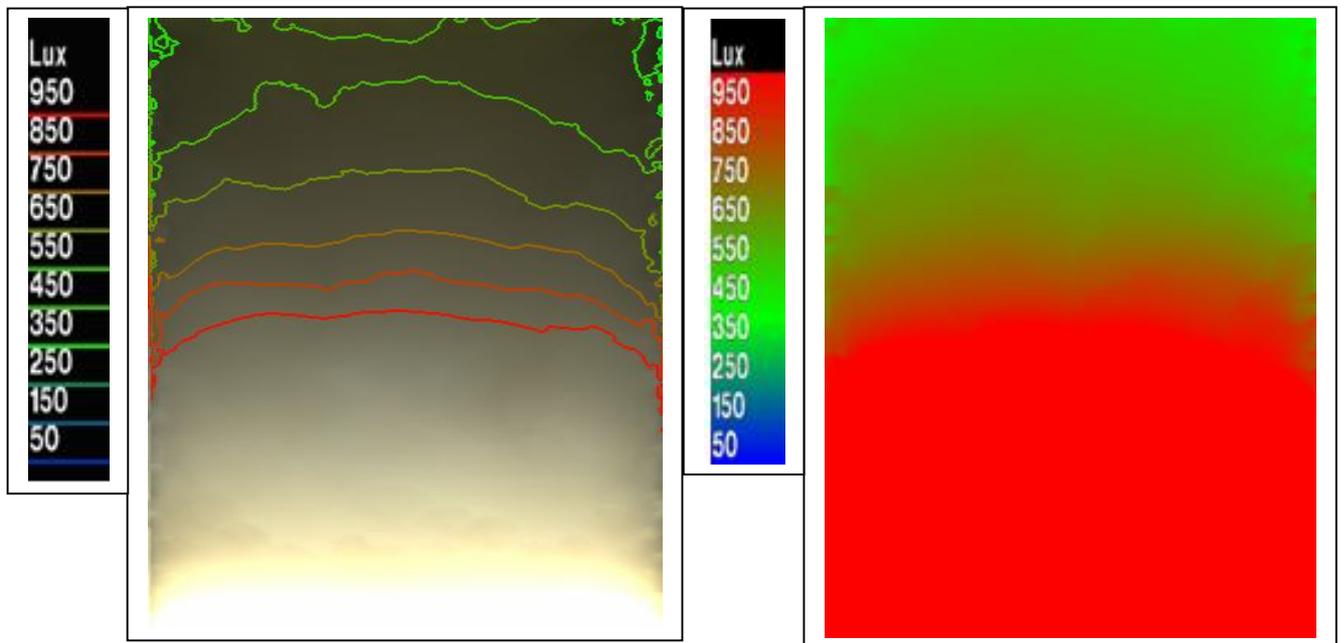


Figure VI.11: Éclairage reçu sur le plan de travail dans le bureau Sud, protection Light shelf, le 21 Juin à 12h. courbe isolux (gauche) et fausse couleur (droite). (Source : Auteur)

Heure	Nombres de zones	Eclairage lux	Profondeur de la zone en m
10H	zone1	E > 950	7.87
12H	Zone1	E > 950	7.87
14H	zone1	E > 950	7.87
16H	zone1	E > 950	5,00
	Zone2	950>E > 650	2,87

(a)

Heure	Nombres de zones	Eclairage lux	Profondeur de la zone en m
10H	zone1	E > 950	4,50
	Zone2	950>E > 650	3,37
12H	zone1	E > 950	5,00
	Zone2	950>E > 750	2,87
14H	zone1	E > 950	3,60
	Zone2	950>E > 550	4,27
16H	zone1	E > 950	3,20
	Zone2	950>E > 550	1,70
	Zone3	550>E > 450	2.97

(b)

Heure	Nombres de zones	Eclairage lux	Profondeur de la zone en m
10H	zone1	E > 950	3,30
	Zone2	950>E > 550	2,10
	Zone3	550>E > 450	2.47
12H	zone1	E > 950	4,20
	Zone2	950>E > 550	3,67
14H	Zone1	E > 950	3,50
	Zone2	950>E > 550	2,30
	Zone3	550>E > 450	2.07
16H	zone1	E > 950	2,50
	Zone2	950>E > 550	1,80
	Zone3	550>E > 450	3.57

(c)

Tableau VI.11: Tableaux des zones d'éclairage et leurs profondeurs pour les quatre temps de simulation pour Light shelf (orientation sud), 21 Dec(a), 21 Mars (b); (c) 21 Juin(c). (Source :Auteur)

Mois	Surface moyenne en (%) (E > 2000 lux)	Surface moyenne (2000 >E > 450)	(E) minimale
Décembre	60,89 %	39.11	650 lux
Mars	21,78 %	78.22	450 lux
Juin	12,89 %	87.11	450 lux
Surface moyenne générale en (%)	31,85 %	68,15%	

Tableau VI.12: Tableau récapitulatif des facteurs liés à l'éclairage (Light shelf, orientation sud). (Source : Auteur).

(2000 >E > 450) pour 68,15 % de la surface totale du bureau

(E > 2000 lux) pour 31,85 % de la surface totale du bureau

2.3.1.1 Analyse des résultats

L'ensemble des valeurs d'éclairages horizontales pour les quatre temps de simulation recueillies sur le plan utile pour le mois de décembre sont d'une seule zone d'éclairages. Pour le mois de mars les valeurs d'éclairage sont divisées en deux zones et pour le mois de juin la majorité des valeurs sont divisés en trois zones (Tab VI.11).

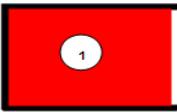
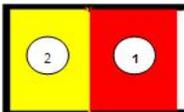
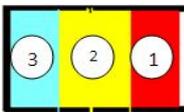
Mois	Nombre de zone	Observation
Décembre	1 zone 	uniforme
Mars	2 zones 	moyennement uniforme
Juin	3 zones 	Non uniforme

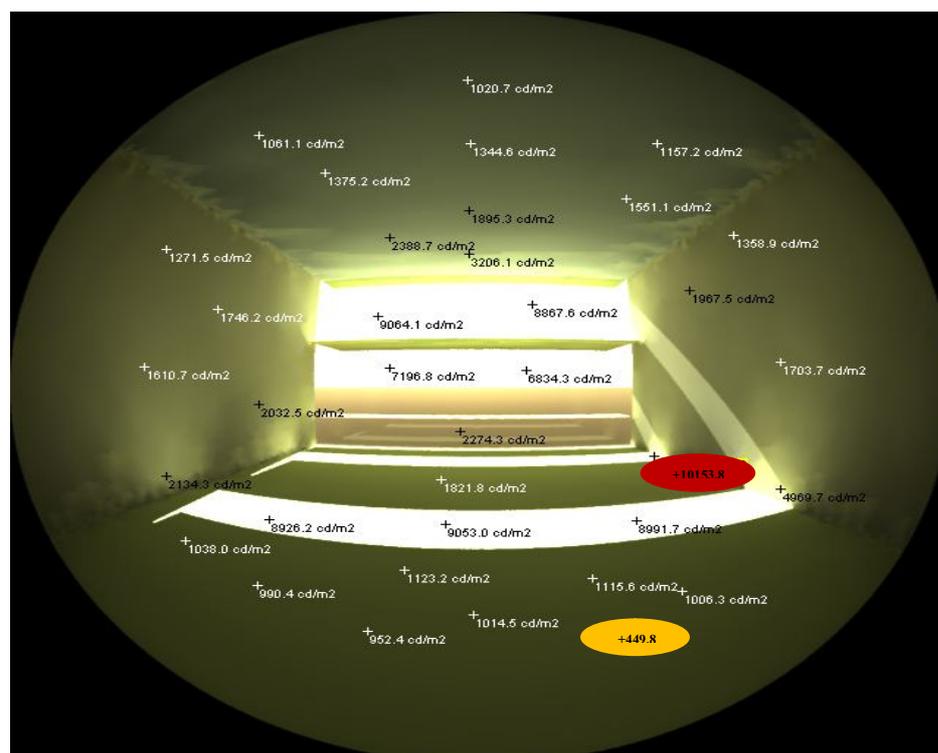
Tableau VI.13: Récapitulation de nombre de zone d'éclairage (Light shelf, orientation sud). (Source : Auteur).

Comme indiqué dans le tableau VI.12 , soit un maximum de 60,89 % de la surface totale du bureau pour le mois de décembre, les valeurs d'éclairagements atteignent plus de 2000lux dans la zone 1(près de la fenêtre). Cette valeur diminue à 21,78% Pour le mois de mars puis elle arrive à 12,89 % dans le mois de juin. En Compliment de l'analyse Une moyenne générale des surfaces dont l'éclairagement est supérieur à 2000lux à été calculé, cette valeur est de 31,85 % soit plus de (1/4) de la surface totale du bureau.

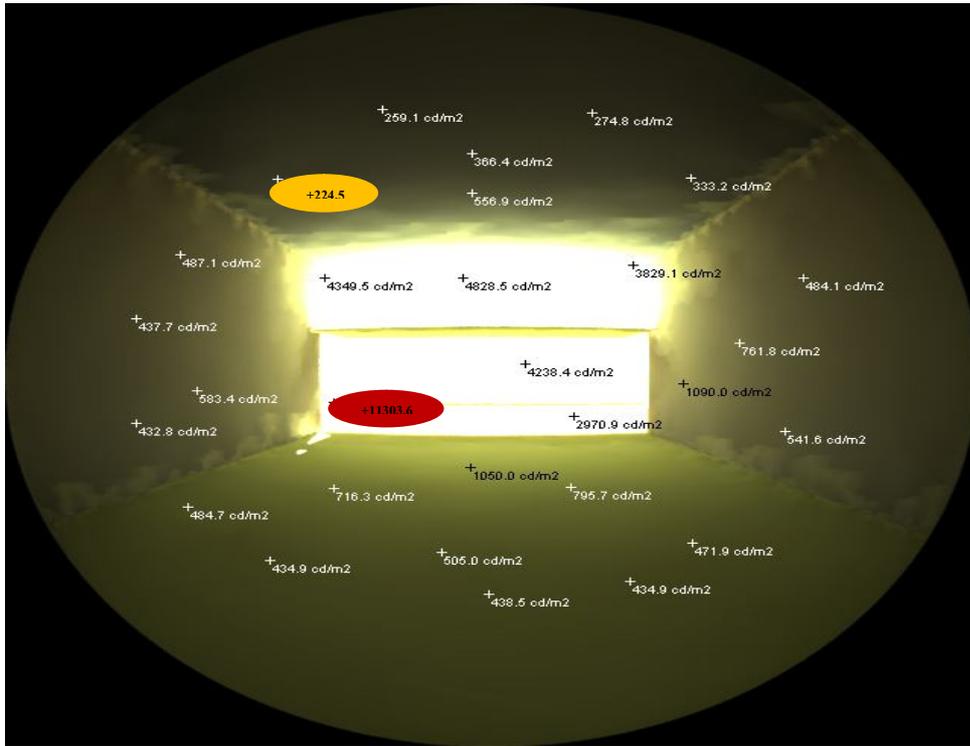
Une surface moyenne importante de 68.15% de la surface totale du bureau dont les éclairagements sont compris entre 350lux et 2000lux(Tab.VI.12). La valeur minimale d'éclairagement recueillie sur le plan de travail dans le bureau est de 450 lux dans la zone 3 au fond du bureau à 16h:00 pour le mois de mars et juin (Tab VI.11).

2.3.2 Résultats de Simulation des luminances dans le (micro-champ visuel)

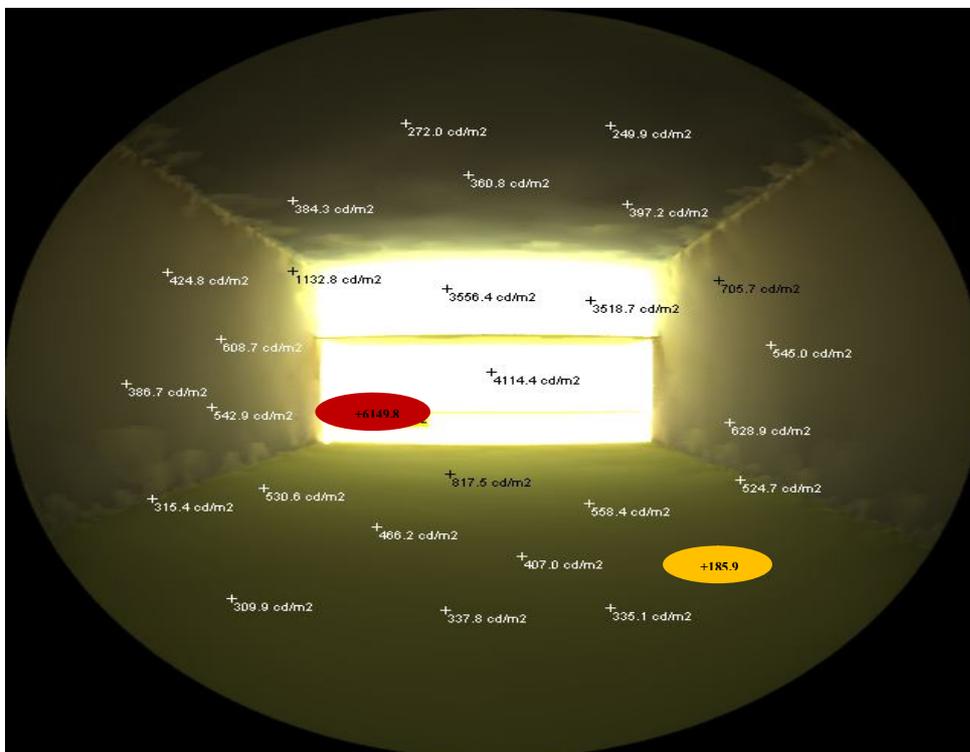
Les données résultantes de la simulation des valeurs des luminances dans le bureau par rapport au macro-champ visuel(Fig.VI.12a,VI.12b,VI.12c) sont récapitulées dans le tableau ci-dessous (Tab.VI.14).le ratio minimale sur celle maximale a été rajouté aux données de ce tableau. L'analyse des résultats est basée sur une comparaison des rapports des luminances simulés en fonction des ratios recommandés(Tab.VI.15).



(a)



(b)



(c)

Figure VI.12: Images fish-eye des Valeurs minimales et maximales des luminances à 12h (bureau équipé d'Auvent subdivisé, orientation sud) (a) 21 Dec, (b) 21 mars, (c) 21 Juin. (Source : Auteur)

heure	Décembre			Mars			Juin		
	L max c/m ²	L min c/m ²	Ratio Lmin /Lmax	L max c/m ²	L min c/m ²	Ratio Lmin /Lmax	L max c/m ²	L min c/m ²	Ratio Lmin /Lmax
10h	11379.1	374.7	1/30	13272.8	179.3	1/74	4457.5	139.4	1/31
12h	10153.8	449.8	1/22	11303.6	224.5	1/50	6149.8	185.9	1/33
14h	10909.9	407.9	1/26	11464.2	216.5	1/52	4893.7	153.2	1/31
16h	7703.0	225.9	1/34	12707.1	134.9	1/94	4107.1	113.2	1/36

Tableau VI.14: Tableau récapitulatif des ratios des luminances pour la journée du 21 Décembre 21Mars et 21 Juin (Light shelf, orientation sud , sous ciels claire ensoleillés) (Source : Auteur).

Mois	Nombre de fois le ratio est compris entre 1/20 - 1/40	Observation
Décembre	4 fois	Très confortable
Mars	0 fois	inconfortable
Juin	4 fois	Très confortable

Tableau VI.15: Tableau comparatif des ratios des luminances pour la journée du 21 Décembre 21Mars et 21 Juin (Light shelf, orientation sud , sous ciels claire ensoleillés) (Source : Auteur).

2.3.2.1 Analyse des résultats

Le tableau VI.15 montre que pour le mois de décembre et juin, les ratios obtenus dans le champ visuel de l'occupant du bureau pour les quatre temps de simulation, sont similaire et respectent la valeur recommandée. par contre pour le mois de mars tout les ratios ne respectes pas la valeur recommandé.

2.3.3 Interprétation des résultats

Uniformité des zones d'éclairage

Les mesures d'éclairage recueillies pour le bureau démontrent clairement une différence de l'uniformité des zones d'éclairage entre les saisons. C'est dans le mois de décembre ou la distribution est totalement uniforme présenté par une seul zone d'éclairage (Tabl VI.13). Pour le mois de mars la distribution est répartie en deux zones (distribution moyennement uniforme), puis elle augmente en trois zones pour le mois de juin (distribution non uniforme)

L'éclairage sur le plan de travail

Comparé à La valeur minimale de référence, le bureau présente une meilleure performance en matière d'éclairage, dont la valeur minimal recueillie est de 450 lux. une surface moyenne

de 68,15 % de la surface totale du bureau dont l'éclairement est comprise entre 450lux et 2000lux. Quoiqu'une surface de 31.85% soit plus de 1/3de bureau l'éclairement est supérieur à 2000lux ou le risque d'éblouissement est inévitable (Tab VI12).

Les ratios de luminance dans le champ visuel

Les données illustrées sur le (Tab VI.15) démontres que le mois de décembre et Juin présente des ratios qui respecte la valeur recommandée et cela pour les quatre temps de mesure, l'ambiance dans cette période est qualifier de confortable. Etant tous inférieur a 1/40 aucun ratio ne respecte la valeur recommandée pour le mois de mars. Ainsi il ya risque d'éblouissement en raison de fort contraste dans le champ visuel de l'occupant de bureau.

En somme, le bureau d'une orientation sud équipé d'une protection solaire horizontale 'Light shelf' naturellement éclairé, sous un ciel clair ensoleillé présente d'une manière générale une distribution non uniforme des éclairagements sur le plan de travail. Le bureau présente une meilleure performance en matière d'éclairage naturelle. Les résultats démontrent un excès de lumière, celui-ci étant supérieur à 2000lux dans une surface plus au moins importante de 31.85% soit plus de 1/3de bureau. Le bureau démontre de manière générale, des conditions visuelles inconfortables dans le champ visuel de l'occupant.

2.4 Bureau équipé d'un système Flancs (Orientation Est):

2.4.1 Simulation de l'éclairage horizontal à 0,75m du plancher :

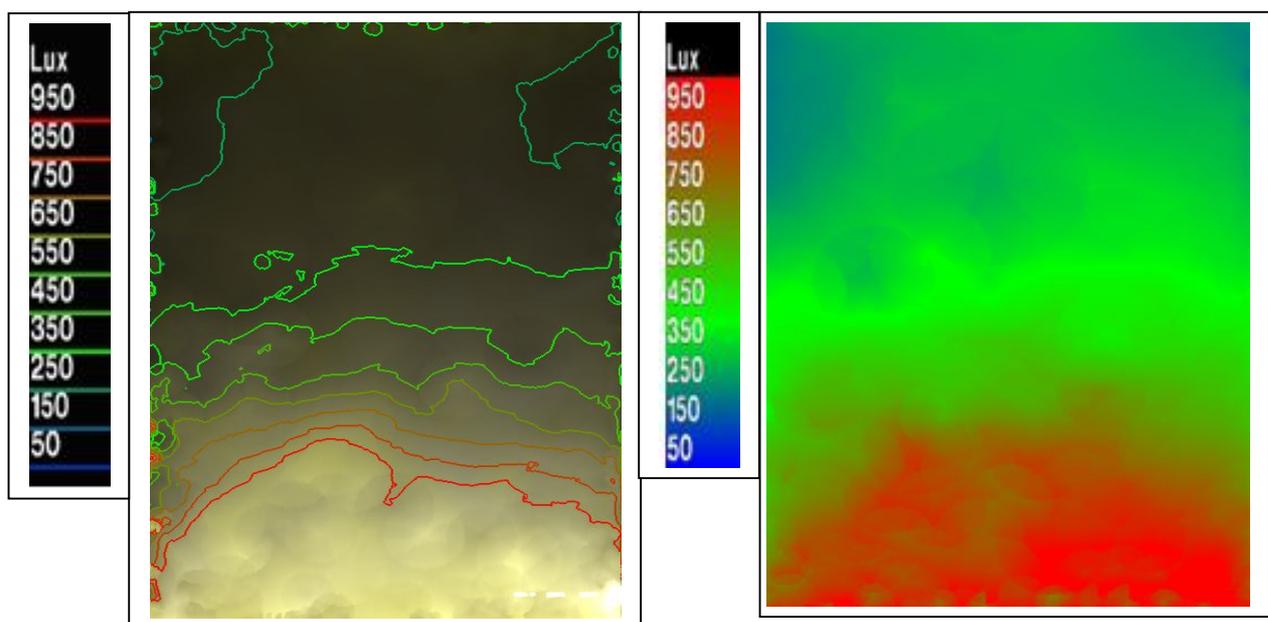


Figure VI.13: Éclairage reçu sur le plan de travail dans le bureau Est, protection Flancs, le 21 Dec à 12h. courbe isolux (gauche) et fausse couleur (droite). (Source : Auteur)

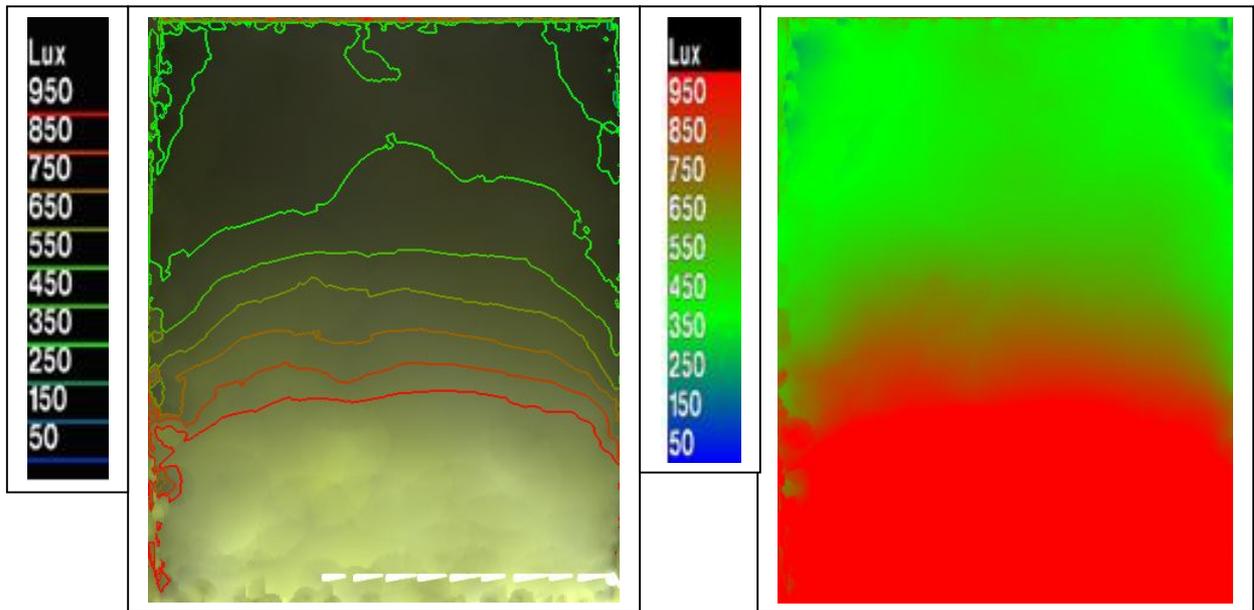


Figure VI.14: Éclairage reçu sur le plan de travail dans le bureau Est, protection Flancs, le 21 Mars à 12h. courbe isolux (gauche) et fausse couleur (droite). (Source : Auteur)

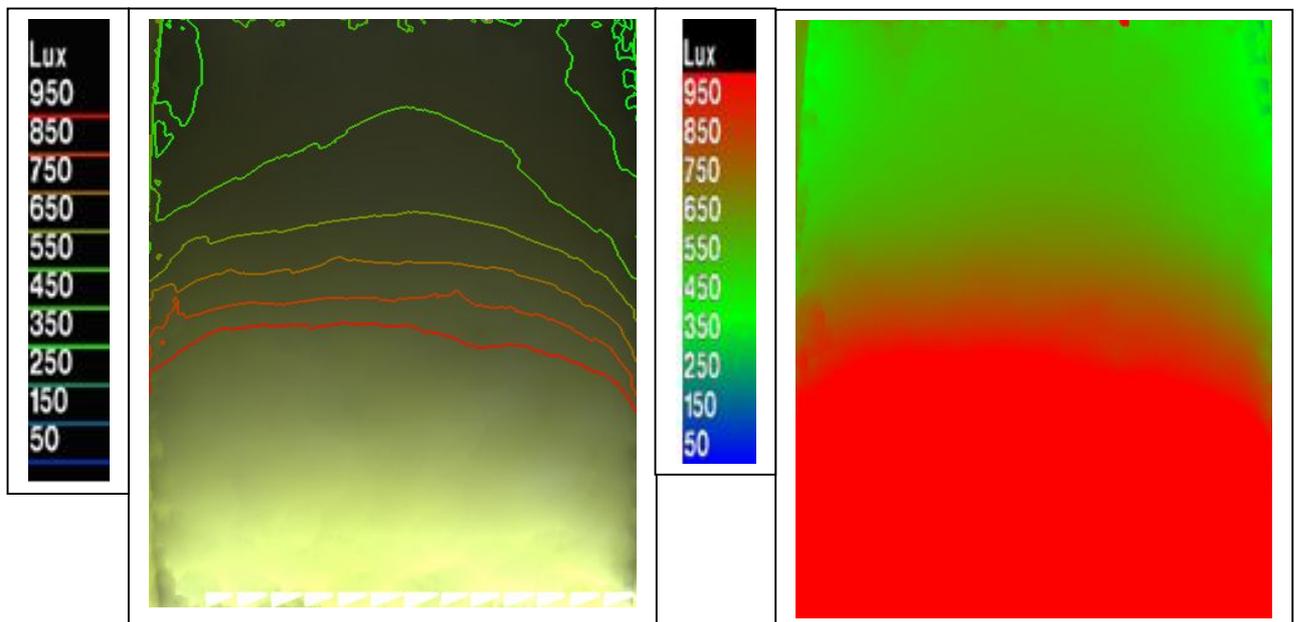


Figure VI.15: Éclairage reçu sur le plan de travail dans le bureau Est, protection Flancs, le 21 Juin à 12h. courbe isolux (gauche) et fausse couleur (droite). (Source : Auteur)

Heure	Nombres de zones	Eclairage lux	Profondeur de la zone en m
10H	Zone 1	$E > 950$	3,50
	Zone 2	$950 > E > 550$	1,60
	Zone 3	$550 > E > 350$	2.77
12H	Zone 1	$E > 950$	2,00
	Zone 2	$950 > E > 550$	1,40
	Zone 3	$550 > E > 350$	4.47
14H	Zone 1	$850 > E > 550$	1,80
	Zone 2	$550 > E > 250$	6,20
16H	Zone 1	$450 > E > 250$	2,00
	Zone 2	$250 > E$	5,87

(a)

Heure	Nombres de zones	Eclairage lux	Profondeur de la zone en m
10H	Zone 1	$E > 950$	5,50
	Zone 2	$950 > E > 750$	2,37
12H	Zone 1	$E > 950$	3,20
	Zone 2	$950 > E > 550$	1,90
	Zone 3	$550 > E > 450$	2.77
14H	Zone 1	$E > 950$	1,00
	Zone 2	$950 > E > 550$	1,60
	Zone 3	$550 > E > 350$	5.27
16H	Zone 1	$850 > E > 550$	1,80
	Zone 2	$550 > E > 250$	6,07

(b)

Heure	Nombres de zones	Eclairage lux	Profondeur de la zone en m
10H	Zone 1	$E > 950$	6,80
	Zone 2	$950 > E > 850$	1,07
12H	Zone 1	$E > 950$	3,90
	Zone 2	$950 > E > 550$	3,97
14H	Zone 1	$E > 950$	1,20
	Zone 2	$950 > E > 550$	1,50
	Zone 3	$550 > E > 350$	5.17
16H	Zone 1	$E > 950$	0,60
	Zone 2	$950 > E > 550$	1,40
	Zone 3	$550 > E > 250$	5.87

(c)

Tableau VI.16: Tableaux des zones d'éclairage et leurs profondeurs pour les quatre temps de simulation pour Flancs (orientation Est), 21 Dec(a), 21 Mars (b); (c) 21 Juin(c). (Source :Auteur)

Mois	Surface moyenne en (%) (E > 2000 lux)	Surface moyenne générale (2000 >E > 250)	Surface moyenne générale (250 >E)	(E) minimale
Décembre	21,53%	77.29	1,18%	150 lux
Mars	11,78 %	88.22		250 lux
Juin	0%	100		250 lux
Surface moyenne générale en (%)	11,10%	88,50 %		

Tableau VI.17: Tableau récapitulatif des facteurs lier a l'éclairage (Flancs, orientation Est).(Sourec : Auteur).

(E > 2000 lux) pour 10,42 % de la surface totale du bureau

(2000 >E > 250) pour 88,50 % de la surface totale du bureau

(250 >E) pour 1,18 % de la surface totale du bureau

2.4.1.1 Analyse des résultats

L'ensemble des valeurs d'éclairages horizontales pour les quatre temps de simulation recueillies sur le plan utile sont de 3 zones d'éclairages et cela pour le mois de décembre, mars et juin.

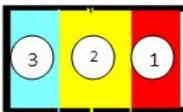
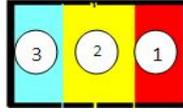
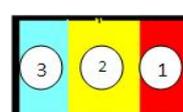
Mois	Nombre de zone	Observation
Décembre	3 zones 	Non uniforme
Mars	3 zones 	Non uniforme
Juin	3 zones 	Non uniforme

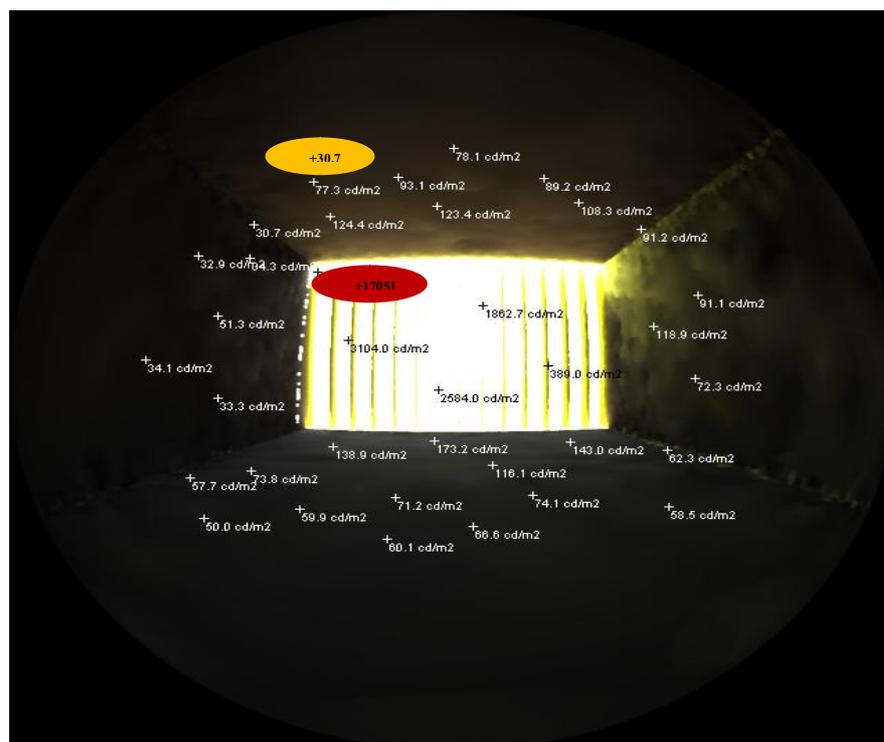
Tableau VI.18: Récapitulation de nombre de zone d'éclairage (Flancs, orientation Est). (Source : Auteur).

Comme indiqué dans le tableau VI.17 soit un maximum de 21,53 % de la surface totale du bureau pour le mois de décembre, les valeurs d'éclairagements atteignent plus de 2000lux dans la zone 1 (près de la fenêtre). Cette valeur diminue à 11,78% Pour le mois de mars. Pour le mois de juin la valeur est de zéro. En Compliment de l'analyse Une moyenne générale des surfaces dont l'éclairagement est supérieur à 2000lux à été calculé, cette valeur est de 11,91 % soit plus de (1/8) de la surface totale du bureau.

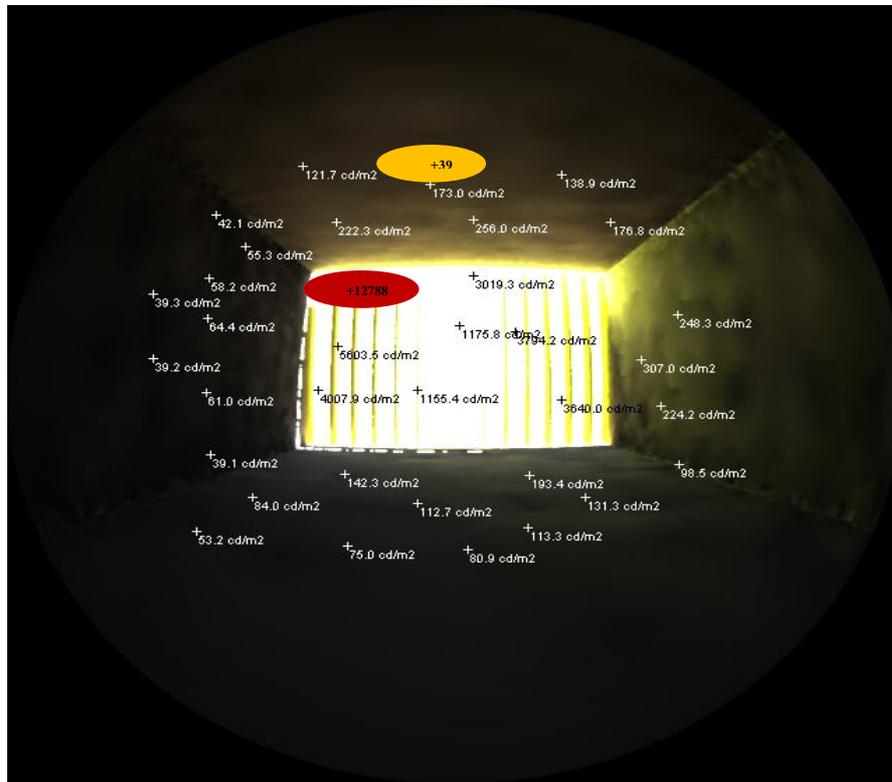
Une surface moyenne importante de 88.50% de la surface totale du bureau dont les éclairagements sont compris entre 250lux et 2000lux (Tab.VI.17). La valeur minimale d'éclairagement recueillie sur le plan de travail dans le bureau est de 250 lux dans la zone 3 au fond du bureau à 16h:00 pour le mois de mars et juin (Tab.VI.16).

2.4.2 Résultats de Simulation des luminances dans le (micro-champ visuel)

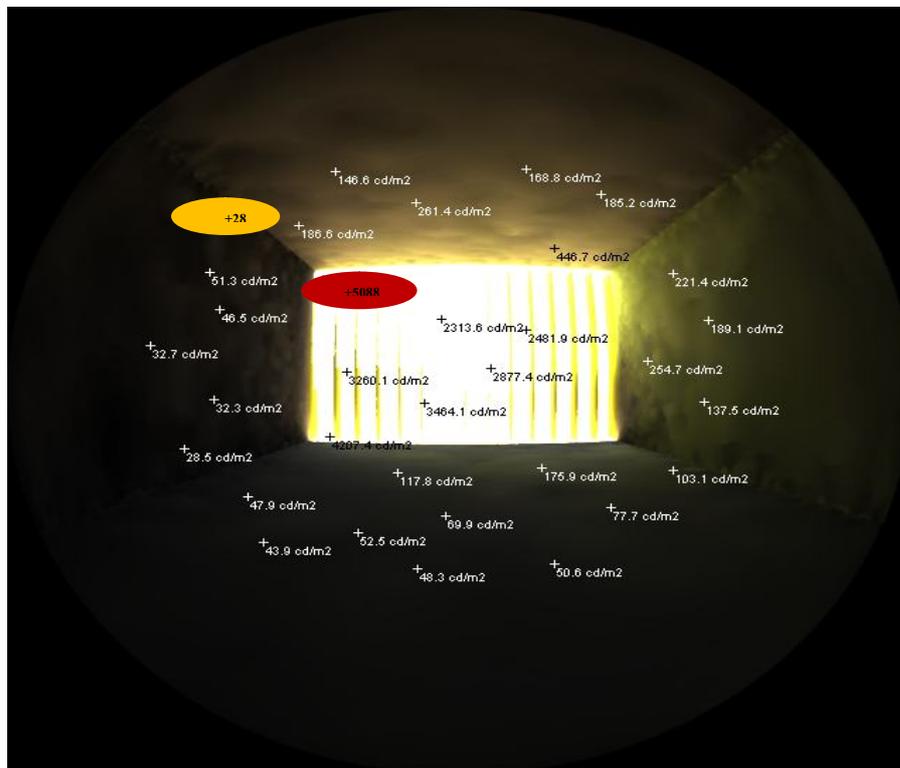
Les données résultantes de la simulation des valeurs des luminances dans le bureau par rapport au macro-champ visuel (Fig. VI.16a, VI.16b, VI.16c) sont récapitulées dans le tableau ci-dessous (Tab.VI.19). le ratio minimale sur celle maximale a été rajouté aux données de ce tableau. L'analyse des résultats est basée sur une comparaison des rapports des luminances simulés en fonction des ratios recommandés (Tab.VI.20).



(a)



(b)



(c)

Figure VI.16: Images fish-eye des Valeurs minimales et maximales des luminances à 12h (bureau équipé de Flancs, orientation Est) (a) 21 Dec,(b) 21 mars ,(c) 21 Juin. (Source : Auteur)

heure	Décembre			Mars			Juin		
	L max c/m ²	L min c/m ²	Ratio Lmin /Lmax	L max c/m ²	L min c/m ²	Ratio Lmin /Lmax	L max c/m ²	L min c/m ²	Ratio Lmin /Lmax
10h	13880	33	1/420	12791	58	1/220	17620	60	1/293
12h	17051	30.7	1/560	12788	39	1/327	5088	28	1/181
14h	15306	20	1/765	10457	26	1/402	3492	28	1/124
16h	6481	11.3	1/573	4030	18	1/223	4193	29	1/144

Tableau VI.20: Tableau récapitulatif des ratios des luminances pour la journée du 21 Décembre 21Mars et 21 Juin (Flancs,orientation Est , sous ciels claire ensoleillés) (Source : Auteur).

Mois	Nombre de fois le ratio est compris entre 1/20 - 1/40	Observation
Décembre	0 fois	Inconfortable
Mars	0 fois	Inconfortable
Juin	0 fois	Inconfortable

Tableau VI.20: Tableau comparatif des ratios des luminances pour la journée du 21 Décembre 21Mars et 21 Juin (Flancs,orientation Est , sous ciels claire ensoleillés) (Source : Auteur).

2.3.2.1 Analyse des résultats

Une première lecture des ratios de luminances démontre clairement que aucun ratio ne respecte la valeur recommandé et cela pour le mois de Decembre,Mars et Juin (Tab VI.20).

2.3.3 Interprétation des résultats

Uniformité des zones d'éclairément

Les mesures d'éclairément recueillies pour le bureau démontrent une similarité dans la distribution des valeurs d'éclairément pour les trois mois. Une distribution dont la majorité est de trois zones. Qui implique que la distribution est non uniforme.

L'éclairément sur le plan de travail

Comparé à La valeur minimale de référence, le bureau présente une meilleure performance en matière d'éclairage, dont la valeur minimal recueillie est de 250 lux. De plus une surface moyenne de 88.50% de la surface totale du bureau dont l'éclairément est comprise entre 250lux et 2000lux. Quoiqu'une surface de 11.10% de bureau ,l'éclairément est supérieur à 2000lux où le risque d'éblouissement est inévitable.

Les ratios de luminance dans le champ visuel

Les données illustrées sur le Tab VI.20 démontrent que la totalité des ratios ne respectent pas valeur recommandée. Ainsi il ya risque d'éblouissement en raison de fort contraste dans le champ visuel de l'occupant de bureau.

En conclusion, le bureau d'une orientation Est équipé d'une protection solaire verticale 'Flanc' naturellement éclairé, sous un ciel clair ensoleillé présente d'une manière générale une distribution non uniforme des éclairagements sur le plan de travail. Le bureau présente une meilleure performance en matière d'éclairage naturelle. Les résultats démontrent un excès de lumière, celui-ci étant supérieur à 2000lux dans une surface pas importante de 11.91% de la surface totale du bureau. Le bureau démontre des conditions visuelles inconfortables dans le champ visuel de l'occupant.

1-6 Bureau équipé d'un système de protection Nid d'abeille :

1-6-1 Simulation de l'éclairage horizontale à 0,75m du plancher :

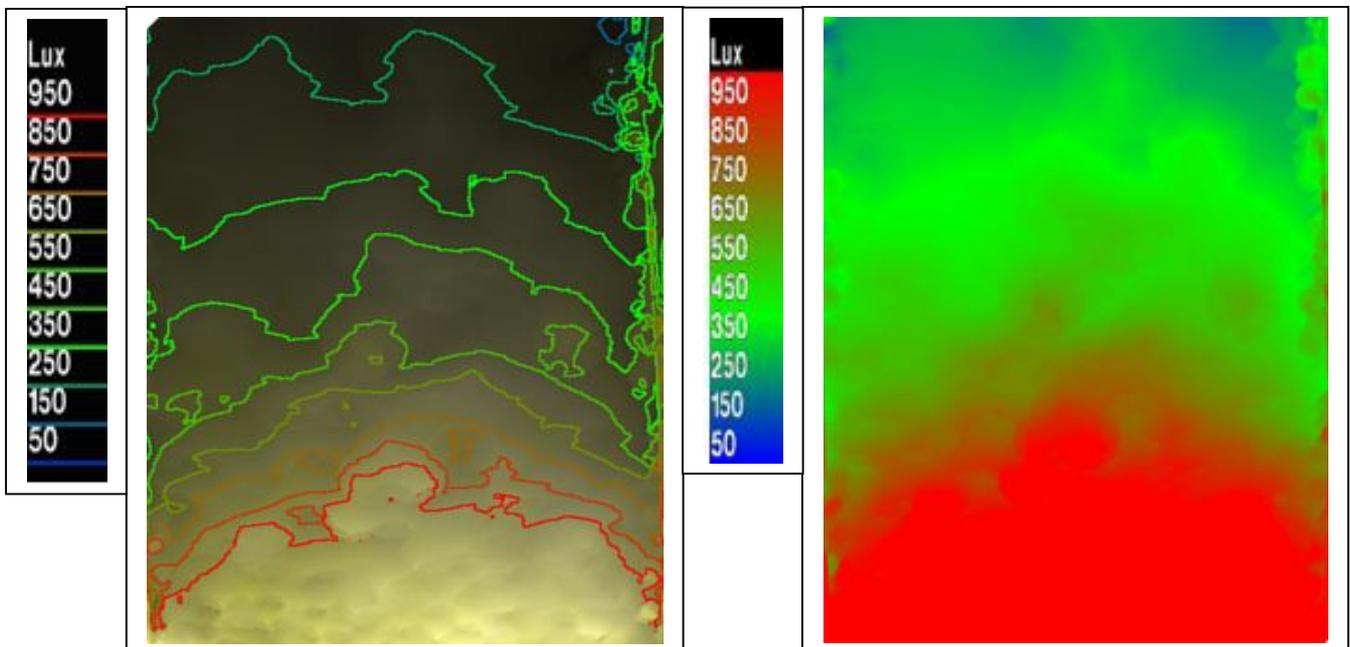


Figure VI.17: Éclairage reçu sur le plan de travail dans le bureau Sud-Est, protection Nid d'abeille, le 21 Dec à 12h. courbe isolux (gauche) et fausse couleur (droite). (Source : Auteur)

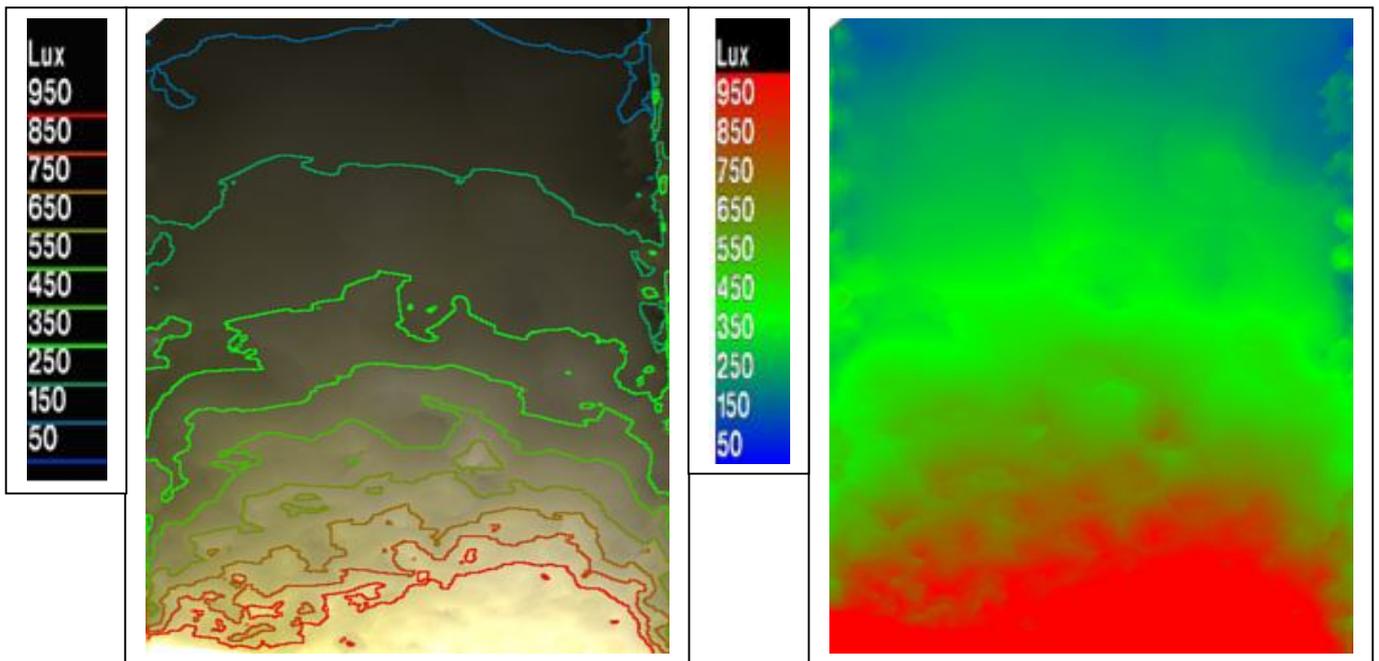


Figure VI.18: Éclairage reçu sur le plan de travail dans le bureau Sud-Est, protection Nid d'abeille, le 21 Mars à 12h. courbe isolux (gauche) et fausse couleur (droite). (Source : Auteur)

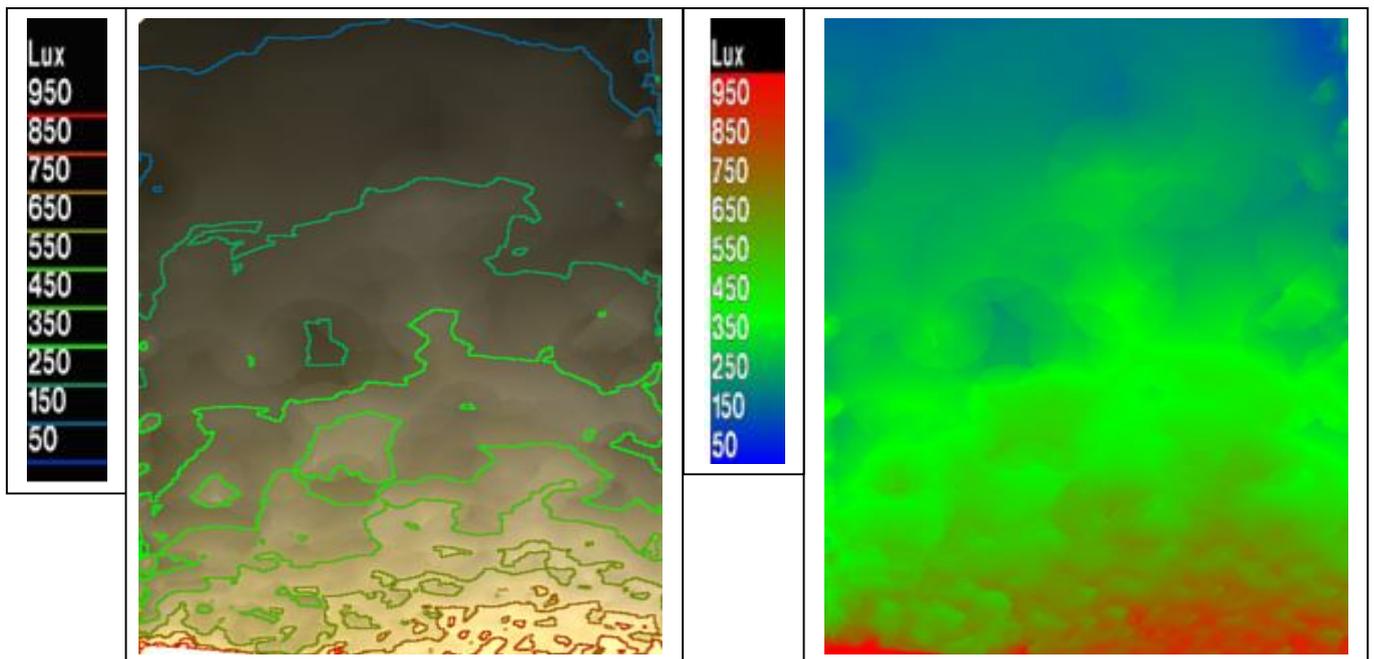


Figure VI.19: Éclairage reçu sur le plan de travail dans le bureau Sud-Est, protection Nid d'abeille, le 21 Juin à 12h. courbe isolux (gauche) et fausse couleur (droite). (Source : Auteur)

Heure	Nombres de zones	Eclairage lux	Profondeur de la zone en m
10H	Zone 1	550>E > 250	2,63
	Zone 2	250> E	5,24
12H	Zone 1	E > 950	1,60
	Zone 2	950>E > 550	2,00
	Zone 3	550>E > 350	4.27
14H	Zone 1	E > 950	5,50
	Zone 2	950>E > 750	2,50
16H	Zone 1	E > 950	7.87

(a)

Heure	Nombres de zones	Eclairage lux	Profondeur de la zone en m
10H	Zone 1	550>E > 250	7.87
12H	Zone 1	E > 950	1,00
	Zone 2	950>E > 550	2,00
	Zone 3	550>E > 350	4.87
14H	Zone 1	E > 950	3,20
	Zone 2	950>E > 550	2,30
	Zone 3	550>E > 450	2.37
16H	Zone 1	E > 950	4,90
	Zone 2	950>E > 650	2,97

(b)

Heure	Nombres de zones	Eclairage lux	Profondeur de la zone en m
10H	Zone 1	550>E > 250	7.87
12H	Zone 2	850>E > 550	1,90
	Zone 3	550>E > 250	5,97
14H	Zone 1	E > 950	1,50
	Zone 2	950>E > 550	2,00
	Zone 3	550>E > 350	4.37
16H	Zone 1	E > 950	1,90
	Zone 2	950>E > 550	1,30
	Zone 3	550>E > 350	4.67

(c)

Tableau VI.21: Tableaux des zones d'éclairage et leurs profondeurs pour les quatre temps de simulation pour Nid d'abeille (orientation Sud-Est), 21 Dec(a), 21 Mars (b); (c) 21 Juin(c). (Source :Auteur)

Mois	Surface moyenne en (%) (E > 2000 lux)	Surface moyenne générale (2000 >E > 250)	Surface moyenne (250 >E)	(E) minimale
Décembre	32,36 %	66.59		98 lux
Mars	8,54 %	91.46		250 lux
Juin	0,00 %	100		250 lux
Surface moyenne générale en (%)	12,63%	86,01%	1,05 %	

**Tableau VI.22: Tableau récapitulatif des facteurs liés à l'éclairage (Nid d'abeille, orientation Sud-Est).
(Source : Auteur).**

E > 2000 lux) pour 12,63 % de la surface totale du bureau

(2000 >E > 250) pour 86,01 % de la surface totale du bureau

250 lux E pour 1,05 % de la surface totale du bureau

2.3.1.1 Analyse des résultats

L'ensemble des valeurs d'éclairages horizontales recueillies sur le plan utile ont une distribution d'une zone à trois zones pour les trois journées de simulation. Le bureau présente un maximum de 33,36 % de la surface totale du bureau pour le mois de décembre, les valeurs d'éclairages atteignent plus de 2000lux dans la zone 1 (près de la fenêtre). Cette valeur diminue à 8,54% pour le mois de mars. Elle est égale à zéro pour le mois de juin. Une moyenne générale des surfaces dont l'éclairage est supérieure à 2000lux a été calculée, cette valeur est de 12,63 % soit plus de (1/8) de la surface totale du bureau (Tab VI.22).

Une surface moyenne importante de 86.01% de la surface totale du bureau dont les éclairages sont compris entre 250lux et 2000lux (tableau). La valeur minimale d'éclairage recueillie sur le plan de travail dans le bureau est de 250 lux (Tab VI.22)..

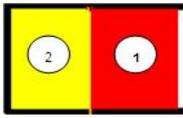
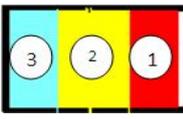
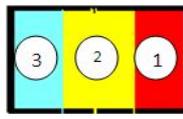
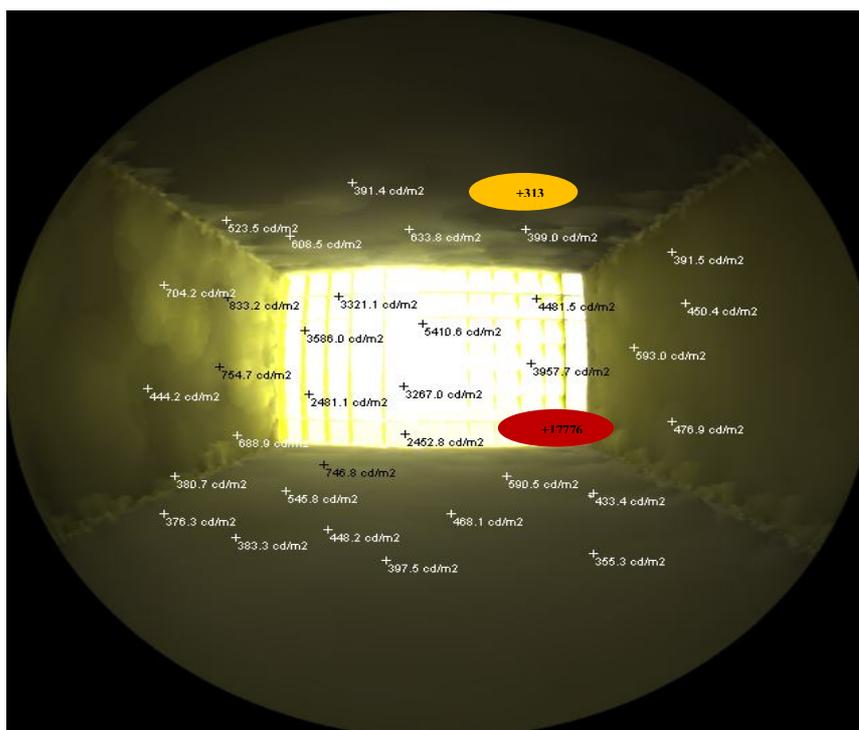
Mois	Nombre de zone	Observation
Décembre	2 zones 	Moyennement uniforme
Mars	3 zones 	Non uniforme
Juin	3 zones 	Non uniforme

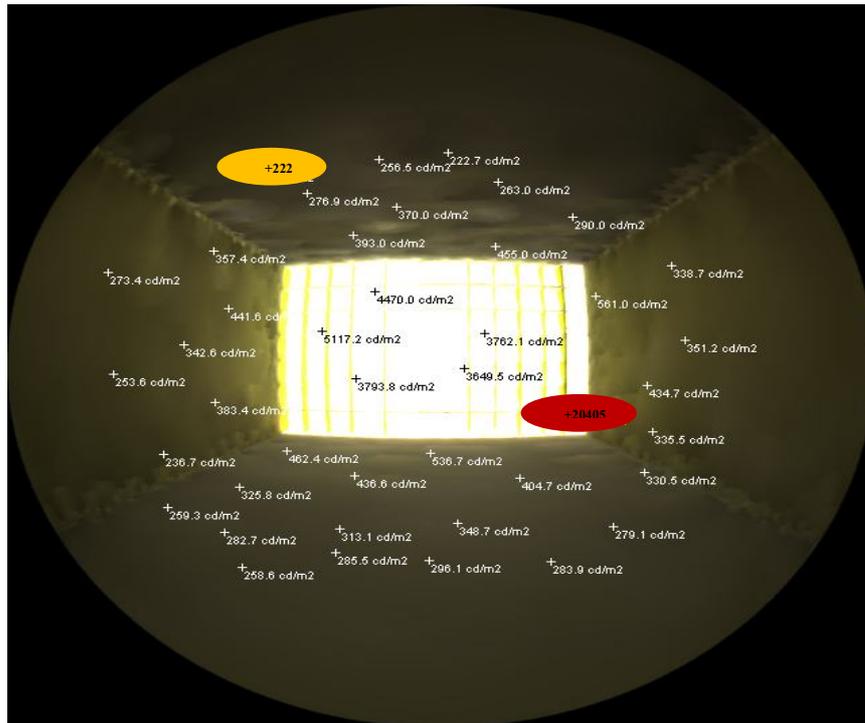
Tableau VI.23: Récapitulatif de nombre de zone d'éclairage (Nid d'abeille, orientation Sud-Est). (Source : Auteur).

2.4.2 Résultats de Simulation des luminances dans le (micro-champ visuel)

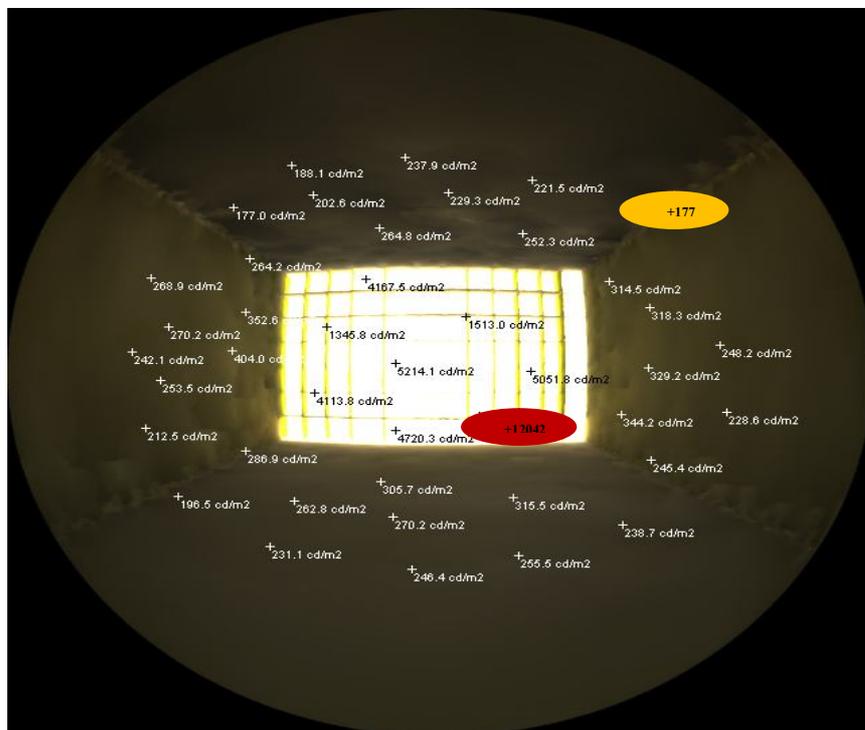
Les données résultantes de la simulation des valeurs des luminances dans le bureau par rapport au macro-champ visuel(Fig.VI.20a,VI.20b,VI.20c) sont récapitulées dans le tableau ci-dessous (Tab.VI.24).le ratio minimale sur celle maximale a été rajouté aux données de ce tableau. L'analyse des résultats est basée sur une comparaison des rapports des luminances simulés en fonction des ratios recommandés(Tab.VI.25).



(a)



(b)



(c)

Figure VI.20: Images fish-eye des Valeurs minimales et maximales des luminances à 12h (bureau équipé de Nie d'abeille, orientation sud-Est) (a) 21 Dec,(b) 21 mars ,(c) 21 Juin. (Source : Auteur)

heure	Décembre			Mars			Juin		
	L max c/m ²	L min c/m ²	Ratio Lmin /Lmax	L max c/m ²	L min c/m ²	Ratio Lmin /Lmax	L max c/m ²	L min c/m ²	Ratio Lmin /Lmax
10h	13965	90	1/155	8748	119	1/73	4903	125	1/39
12h	17776	313	1/56	20405	222	1/91	12042	177	1/68
14h	14937	1001	1/14	20656	540	1/38	22647	258	1/87
16h	19871	1209	1/16	15748	923	1/17	21289	278	1/76

Tableau VI.24: Tableau récapitulatif des ratios des luminances pour la journée du 21 Décembre 21Mars et 21 Juin (Nid d'abeille,orientation Sud-Est , sous ciels claire ensoleillés) (Source : Auteur).

Mois	Nombre de fois le ratio est compris entre 1/20 - 1/40	Observation
Décembre	2 fois	Moyennement confortable
Mars	2 fois	Moyennement confortable
Juin	1 fois	inconfortable

Tableau VI.25: Tableau comparatif des ratios des luminances pour la journée du 21 Décembre 21Mars et 21 Juin (Nid d'abeille,orientation Sud-Est , sous ciels claire ensoleillés) (Source : Auteur).

2.3.2.1 Analyse des résultats

Le tableau VI.25 montre que seuls les ratios obtenus à 14h et 16h pour le mois de décembre et mars respectent la valeur de référence recommandée. Les ratios obtenus à 10h et à 12h ne respectent pas cette dernière. Pour le de juin un seul ratio obtenu à 10h qui respecte la valeur recommandée. Les trois autre ratios obtenus à 12h,14h et 16h sont trop faibles(Tab VI.24).

2.3.3 Interprétation des résultats

Uniformité des zones d'éclairément

Les mesures d'éclairément recueillies pour le bureau démontrent une similarité dans la distribution des valeurs d'éclairément pour les mois de mars et juin, dans le nombre de zones d'éclairéments est de 3 , cette distribution est qualifier de non uniforme. Pour le mois de

décembre le nombre de zones d'éclairages est d'un nombre de 2, qui implique que la distribution est moyennement uniforme.

L'éclairage sur le plan de travail

Comparé à La valeur minimale de référence, le bureau présente une meilleure performance en matière d'éclairage, dont la valeur minimal recueillie est de 250 lux (TabVI.22). De plus une surface moyenne de 86.01% de la surface totale du bureau dont l'éclairage est compris entre 250lux et 2000lux. Quoiqu'une surface de 12,63 % soit plus de (1/8) de bureau l'éclairage est supérieur à 2000lux ou le risque d'éblouissement est inévitable.

Les ratios de luminance dans le champ visuel

Les données illustrées sur le (Tab VI6.25) démontrent que les mois de décembre et mars présentes des situations moyennement confortables pour les occupants du bureau. Pour le mois de juin la majorité des ratios obtenus sont trop faibles Ainsi il ya risque d'éblouissement direct dans le champ visuel de l'occupant de bureau.

En guise conclusion Le bureau d'une orientation sud-ouest équipé d'une protection solaire combiné 'Nie d'abeille' naturellement éclairé, sous un ciel clair ensoleillé présente d'une manière générale une distribution non uniforme des éclairages sur le plan de travail. Le bureau présente une meilleure performance en matière d'éclairage naturelle dont la valeur minimale est de 250lux. Les résultats démontrent un excès de lumière, celui-ci étant supérieur à 2000lux dans une surface pas importante de 12,63% soit 1/8 de bureau. Le bureau démontre des conditions visuelles moyennement confortables dans le macro-champ visuel de l'occupant.

Les données résultantes de la simulation des indicateurs liés à la performance en éclairage naturel sont récapitulées dans le tableau ci-dessous (Tab.VI.26).

Système de protection		mois	Uniformité	E min	2000 >E > 250	E > 2000 lux	Ambiance. (Macro champs visuel)
S U D ES - OU S-E - S-O	Auvent unique	DECEMBRE		550	76.63% > 550	23,37 %	Confortable
	Auvent subdivisé			750	38.25% > 750	61,75 %	Très confortable
	Light shelf			650	39.11% > 650	60,89 %	Très confortable
	Flanc			150	77.29 > 250 1,18% if 250	21,53 %	Inconfortable
	Nid d'abeille			98	66.59 > 250 1,05 % if 250	33,41%	Moyennement confortable
S U D ES - OU S-E S-O	Auvent unique	MARS		450	91.88% > 450	8,12 %	Inconfortable
	Auvent subdivisé			550	65.19% > 550	34,81%	Inconfortable
	Light shelf			450	78.22% > 450	21,78 %	Inconfortable
	Flanc			250	88.22 > 250	11,78 %	Inconfortable
	Nid d'abeille			250	91.46 SUP 250LUX	8.54%	Moyennement confortable
S U D ES - OU S-E - S-O	Auvent unique	JUIN		350	98.23% > 350	1,77 %	Confortable
	Auvent subdivisé			450	90.29% > 450	9,71 %	Inconfortable
	Light shelf			450	87.11% > 450	12,89 %	Très confortable
	Flanc			250	100% > 250	0.00%	Inconfortable
	Nid d'abeille			250	100% SUP 250 LUX	0.00%	Inconfortable

Tableau VI. 26: récapitulation des performances en éclairage naturel (Source: Auteur)

3. Conclusion

Cette expérimentation des performances en éclairage naturel dans un bureau ont été effectués au moyen du logiciel de simulation de l'éclairage 'Radiance (2.0 BETA)'. Les critères du confort visuel ont été évalués en considérant : l'uniformité des éclairages, niveau d'éclairage sur le plan de travail, et les ratios des luminances dans le macro champ visuel.

Les protections solaires étudiées sont l'auvent 'unique', l'auvent 'subdivisé' et le light-shelf pour l'orientation sud. les flancs pour l'orientation est et le nie d'abeille pour l'orientation sud-ouest. La simulation a considéré les journées des solstices et l'équinoxe du printemps (21 Décembre, 21 Juin et le 21 mars).

Les résultats de cette expérimentation indique que :

Uniformité des zones d'éclairage

Les mesures des zones d'éclairages recueillies pour les cinq systèmes de protection pour un bureau transparent sous un ciel clair ensoleillé démontrent que :

Les protections solaire "Auvent subdivisé" et "le Light shelf" présente une meilleur distribution des valeurs d'éclairages sur le plan de travail. Avec une zone d'éclairage pour le 21 décembre, deux zones pour le 21 mars et trois zones pour le 21 juin. Pour les autres protections la zone d'éclairage est divisée en deux et trois zone.

L'éclairage sur le plan de travail

Comparé à La valeur minimale de référence, tous les systèmes de protection présentes une meilleure performance en matière d'éclairage naturel. Sauf que pour les systèmes Flanc et nie d'abeille, il a été démontré que des surfaces presque négligeables dans les valeurs d'éclairages sur le plan de travail sont inférieure à la valeur minimale de référence (200lux) Une surface a l'équivalence de 1,18% de la surface totale du plan de travail pour le système "Flanc" et 1,05 % pour "le nie d'abeille)

Une surface moyenne de 35.42 % pour le système "Auvent subdivisé" et 31.85% pour "le Light shelf" soit plus de 1/3 de la surface totale du bureau (surface près de la fenêtre) dans les valeurs d'éclairages sont supérieurs à 2000 lux ou le risque d'éblouissement indirect est

inévitables. Les autres systèmes de protection présente dans l'ensemble des surface moins important soit le 1/8 de la surface du bureau dans le système "Auvent unique" qui présente la surface minimal exposé au risque d'éblouissement indirecte (11.08%)

Les ratios de luminance dans le champ visuel

Les données illustrées sur le (tableau 6.25) démontrent que le système "Light shelf" présente dans la majorité des situations des ratios qui respecte la valeur recommander dans décembre et juin sont les journées qui présentent les meilleures performances. Le champ visuel d'un occupant de bureau assis au fond et regardant vers la fenêtre est qualifié de confortable. Le système "flanc" présente le cas le plus défavorable, la majorité des ratios obtenus sont trop faibles. Ainsi il y a risque d'éblouissement dans le champ visuel de l'occupant de bureau.

En fin et en guise de synthèse, de ce chapitre. Le choix pour les meilleures performances en éclairage naturel dans un bureau transparent sous les conditions d'un ciel clair ensoleillé demeure difficile est complexe. Il est évident la performance en éclairage naturel est une approche multicritères.

Concernant la valeur optimale de l'éclairage (Begemann S.H.A., 1996) a déterminé que les occupants du bureau préféreraient travailler sous des niveaux d'éclairage de l'ordre de 1000 lux, les niveaux d'éclairage préférés par les occupants sont inférieurs à notre recommandation qui préconise un niveau de 250 lux.

Au niveau de la perception à l'éblouissement Stone (Stone P.T., 1973) a remarqué que la perception varie fortement selon les personnes cette variation pouvait provenir soit de l'âge, soit à la sensibilité individuelle à l'éblouissement, soit de la définition que chaque sujet donne à l'éblouissement. Heerwagen (Heerwagen J.H., 1985) a travers son étude il a distingué deux groupes de sujets, un groupe tolérant à l'éblouissement (glare tolerant) et un groupe plus sensible à l'éblouissement (glare sensitive).

L'objectif de ce travail consiste à tester les critères permettant l'évaluation globale de confort d'un environnement de travail. Une évaluation des performances en éclairage naturel seul, demeure insuffisante, ainsi une étude des performances thermiques et de la vue vers l'extérieur sera investiguée dans le prochain chapitre.