

'l'architecte ne doit pas se sentir obligé de devenir thermicien, mais architecte et thermicien peuvent ensemble construire avec le climat'

C.E.R.T.,1981,p.276

1. Performance thermique :

1.1 Introduction :

Les systèmes d'ombrage, rappelons-le affectent la consommation d'énergie des bâtiments en réduisant les gains solaires et en modifiant les pertes thermiques au travers des fenêtres. (section 3.2 ;Chap.II).

Dans les zones arides et semi-arides, le rayonnement solaire excessif cause surchauffe, gêne et inconfort. Il devient alors un facteur dominant dans le processus de conception architecturale et urbaine. L'ombrage est donc une stratégie de contrôle solaire bien adaptée dans les régions arides et semi-arides. Qui ca soit au niveau de la forme urbaine, ou celui de la forme architecturale. (Belakehal, 1995, Belakehal, Tabet Aoul, 2000).

L'évaluation et l'analyse de la performance de cette stratégie se fait à travers l'utilisation de divers outils et instrument graphique, physiques (par maquettes) et informatique. Pour de telles évaluations, les données suivantes sont indispensables :

- Durée nécessaire d'ombrage,
- Trajectoire de l'ombre, et
- Quantité de radiations solaires reçues

En se basant sur ce qui a été présenté et en raison de l'interdisciplinarité du confort thermique nous avons décidé de choisir le Coefficient d'ombrage, comme seul variable à adapter pour l'étude du confort thermique dans notre d'étude.

Le calcul des surfaces ensoleillées et ombragées a été effectué à l'aide du logiciel ECOTECT pour les orientations Sud, Est, et Sud Ouest (Annexe E) pour les journées du 21 décembre ,21 mars et le 21 juin. Les résultats des simulations seront présentés pour chaque heure de la journée (du lever au coucher du soleil) et cela pour chaque type de protection et selon son orientation. Rappelons que le bâtiment à simuler est situé dans un site de banlieue (pas dense), sans bâtiment en face. Seule l'ombre propre est prise en considération dans notre simulation(Fig.VII.1).

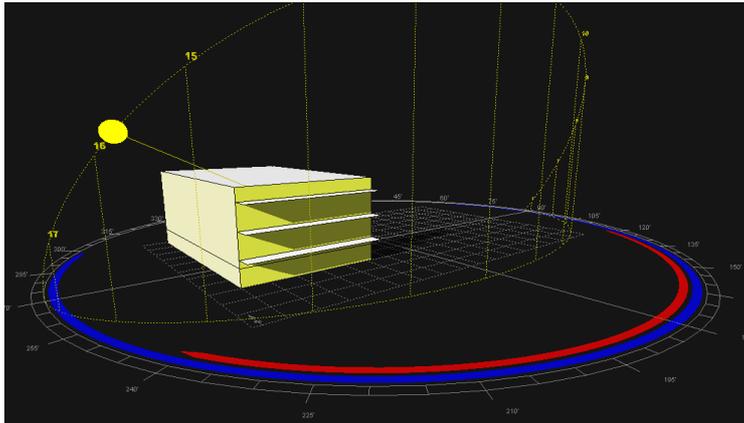


Figure VII.1: Exemple de la simulation par ECOTECH de l'ombre propre d'un bâtiment (Source : Auteur)

1.2. Simulation des surfaces ensoleillés et ombragés de la façade du bâtiment étudié :

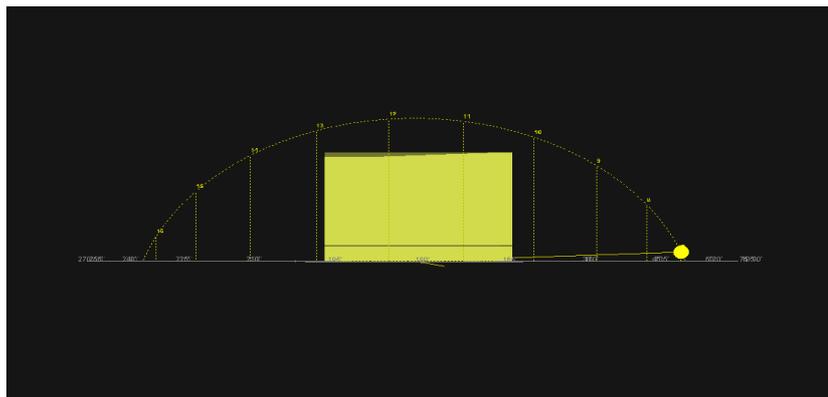
La simulation des surfaces ensoleillées et ombragées ont été effectuées à l'aide du logiciel ECOTECH après lui avoir intégré les données climatique de la ville de Biskra.

Pour chaque orientation nous allons présenter seulement quatre temps de simulation pour chaque mois. Les autres résultats seront présentés en annexe à ce mémoire (voir annexe E). Chaque mois sera présenté dans un tableau contenant les surfaces ensoleillés et ombragés.

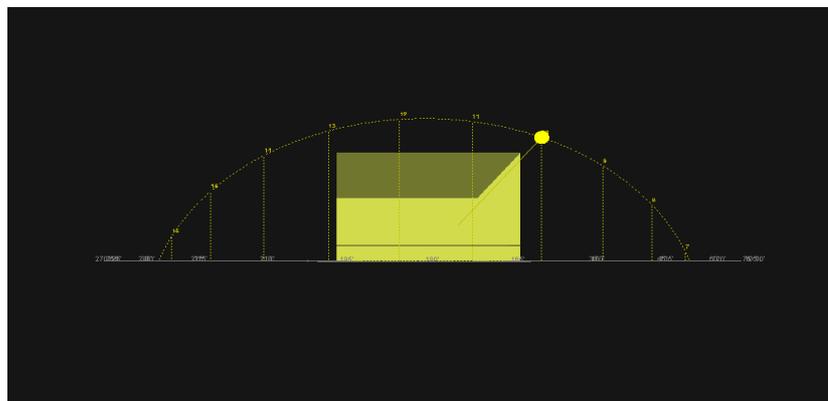
Après avoir simulé l'effet de l'ombrage pour chaque protection, un tableau récapitulatif permettant la collecte de ces données pour le calcul du coefficient de réduction dû à l'ombrage, sera élaboré. Le contenu des tableaux a été explique dans le (section 4.2, chap V)

1.2.1 Orientation sud (Auvent unique, Auvent subdivisé et Light shelf) :

La façade sud reçoit, relativement, moins d'énergie en été qu'en hiver. Les ouvertures orientées au Sud favorisent les gains solaires en hiver et peuvent être facilement protégées en été. Pour l'orientation sud nous avons choisi trois modèles appropriés à cette orientation. Les simulations des surfaces ensoleillées seront effectuées pour i) l'auvent unique ii) l'auvent subdivisé et iii) le Light shelf .



9h



12h

Figure VII.2 : Simulation des surfaces ensoleillés et ombragés pour L'avent unique (21 décembre. (Source :Auteur)

Heure \ Avent Unique	Surface De la façade (m ²)	Surface Ensoleillé (m ²)	Surface Ombragé (m ²)
7:00 h	18.37	18.20	0.17
8:00 h	18.37	15.62	2.75
9:00 h	18.37	13.53	4.84
10:00 h	18.37	11.87	6.50
11:00 h	18.37	10.71	7.66
12:00 h	18.37	10.57	7.80
13:00 h	18.37	11.43	6.94
14:00 h	18.37	12.95	5.42
15:00 h	18.37	14.94	3.43
16:00 h	18.37	17.52	0.85

(a)

Avent Unique Heure	Surface T De la façade	Surface Ensoleillé	Surface Ombragé
7:00 h	18.37	18.07	0.30
8:00 h	18.37	15.07	3.30
9:00 h	18.37	11.43	6.94
10:00 h	18.37	7.12	11.25
11:00 h	18.37	4.19	14.18
12:00 h	18.37	2.02	16.35
13:00 h	18.37	0.99	17.38
14:00 h	18.37	3.00	15.37
15:00 h	18.37	5.35	13.02
16:00 h	18.37	8.85	9.52
17:00 h	18.37	13.16	5.21
18:00 h	18.37	16.52	1.85

(b)

Avent Unique Heure	Surface Totale De la façade	Surface Ensoleillé	Surface Ombragé
7:00 h	18.37	0	0
8:00 h	18.37	0	0
9:00 h	18.37	5.09	13.28
10:00 h	18.37	3.13	15.24
11:00 h	18.37	1.65	16.72
12:00 h	18.37	0.87	17.50
13:00 h	18.37	2.37	16
14:00 h	18.37	4.18	14.19
15:00 h	18.37	0	0
16:00 h	18.37	0	0
17:00 h	18.37	0	0
18:00 h	18.37	0	0

(c)

Tableau VII.1 : Surfaces ensoleillées et ombragés pour L'auvent unique, 21 Décembre (a) 21 Mars (b) 21 Juin (c). (Source :Auteur)

	A(m ²)	ENERGIE (Wh/m ²)	SURFACE ENSOLEILLEES (m ²)	G	H	
Heure	surface	B	C	A*B	B*C	Coefficient d'ombrage optimal
7-8	18.37	116	18.20	2130,92	2053,20	30%
8-9	18.37	293	15.62	5382,41	4427,23	
9-10	18.37	411	13.53	7550,07	5355,33	
10-11	18.37	487	11.87	8946,19	5537,19	
11-12	18.37	525	10.71	9644,25	5355	
12-13	18.37	525	10.57	9644,25	5281,5	
13-14	18.37	487	11.43	8946,19	5322,91	
14-15	18.37	411	12.95	7550,07	5116,95	
15-16	18.37	293	14.94	5382,41	4230,92	
16-17	18.37	116	17.52	2130,92	1974,32	
				$\Sigma(A.B)$	$\Sigma(B.C)$	
				67307,68	47470,75	H/G=0.70

(a)

	A(m ²)	ENERGIE (Wh/m ²)	SURFACE ENSOLEILLEES (m ²)	G	H	
Heure	surface	B	C	A*B	B*C	Coefficient d'ombrage optimal
6-7	18.37	32	18.07	587,84	562,24	69%
7-8	18.37	126	15.07	2314,62	1835,82	
8-9	18.37	229	11.43	4206,73	2502,97	
9-10	18.37	317	7.12	5823,29	2082,69	
10-11	18.37	380	4.19	6980,6	1402,2	
11-12	18.37	413	2.02	7586,81	619,5	
12-13	18.37	413	0.99	7586,81	161,07	
13-14	18.37	380	3.00	6980,6	912	
14-15	18.37	317	5.35	5823,29	1537,45	
15-16	18.37	229	8.85	4206,37	1889,25	
16-17	18.37	126	13.16	2314,62	1582,56	
17-18	18.37	32	16.52	587,84	512,64	
				$\Sigma(A.B)$	$\Sigma(B.C)$	
				54999,42	15600,39	H/G=0.31

(b)

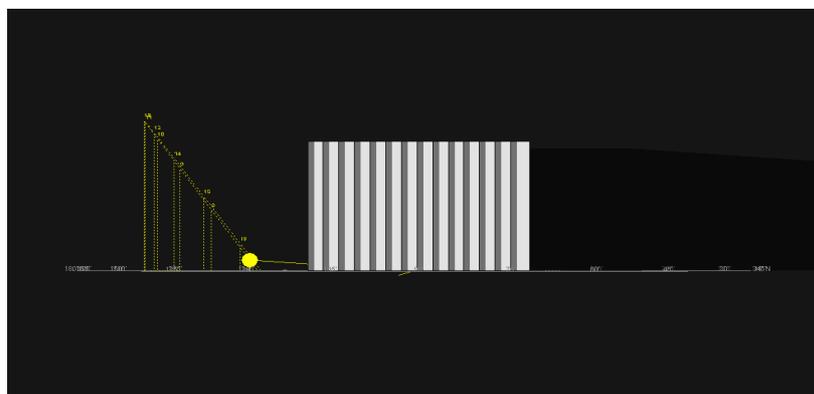
	A(m ²)	ENERGIE (Wh/m ²)	SURFACE ENSOLEILLEES (m ²)	G	H	
Heure	surface	B	C	A*B	B*C	Coefficient d'ombrage optimal(%)
8-9	18.37	9	5.09	165,33	41,31	92%
9-10	18.37	62	3.13	1138,94	163,06	
10-11	18.37	111	1.65	2039,07	116,55	
11-12	18.37	137	0.87	2516,69	50,69	
12-13	18.37	137	2.37	2516,69	256,19	
13-14	18.37	111	4.18	2039,07	408,48	
14-15	18.37	62	0	1138,94	0	
15-16	18.37	9	0	165,33	0	
				$\Sigma(A.B)$	$\Sigma(B.C)$	
				11720,06	1036,28	H/G=0,08

(c)

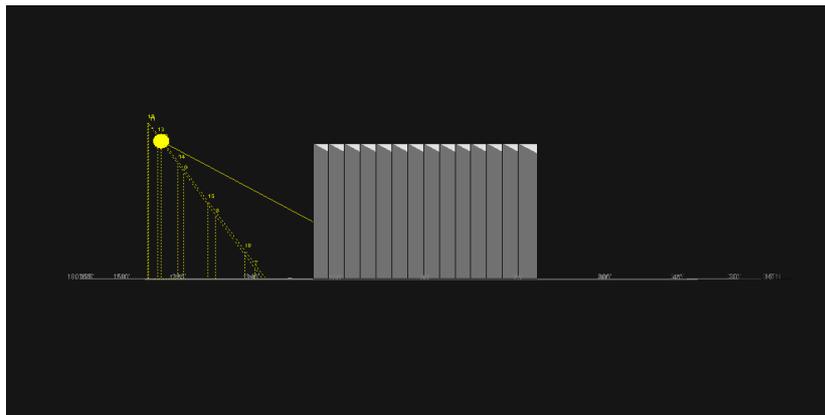
Tableau VII.2 : Coefficient d'ombrage optimal pour l'Auvent unique, 21 Décembre(a) 21 Mars (b) 21 Juin (c). (Source :Auteur)

1.2.2 Orientation Est-Ouest (les flancs) :

La protection des orientations Est et Ouest présente des difficultés à cause de la hauteur basse du soleil dans le ciel. Par ailleurs, les ouvertures orientées Ouest sont associées, sous nos latitudes, à des conditions extérieures de température et de rayonnement solaire importantes. Seuls les plans verticaux (flancs) permettent la meilleure occultation.



9h

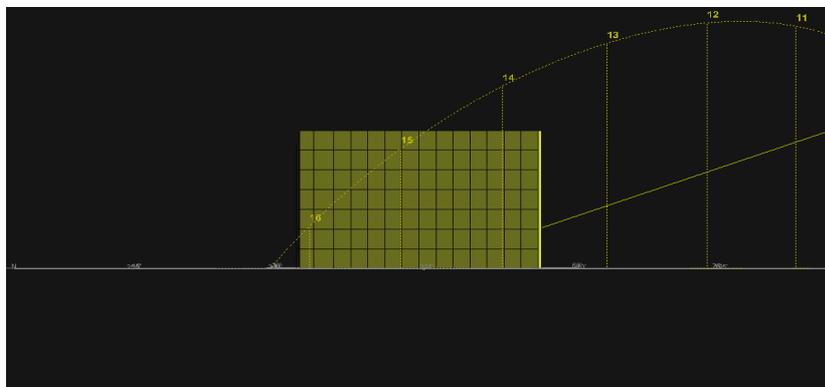


12h

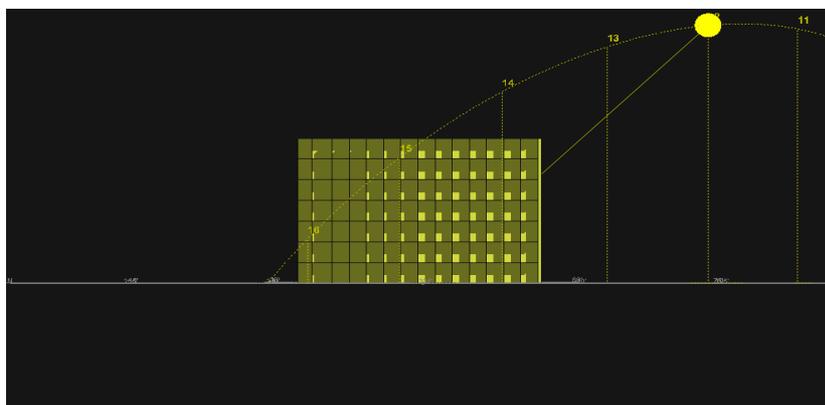
Figure VII.3 : Simulation des surfaces ensoleillées et ombragés pour les Flancs ,21 décembre. (Source :Auteur)

1.2.3 Orientation Sud-Ouest et Sud-Est (nid d'abeille) :

Les orientations Sud-Est et Sud-Ouest sont favorables aux apports solaires ; donc à rechercher tout en limitant le rayonnement d'été par les dispositifs adaptés appelés (nid d'abeille). La protection nid d'abeille combine les pare-soleil horizontaux et verticaux.



9h



12h

Figure VII. 4 : Simulation des surfaces ensoleillées et ombragés pour le Nid d'abeille ,21 décembre. (Source :Auteur)

Orientation	protection	Coefficient d'ombrage optimal					
		Décembre		mars		juin	
		(Energie) réduite	(E) transmise	(E) réduite	(E) transmise	(E) réduite	(E) transmise
sud	Auvent unique	30%	70%	69%	41%	92%	8%
	Auvent subdivisé	34%	66%	75%	25%	94%	6%
	Light shelf	32%	68%	61%	39%	97%	3%
Est/ouest	Flancs	51%	49%	53%	47%	40%	60%
Sud-ouest Sud-Est	Nid b'abeille	53%	47%	73%	27%	98%	2%

Tableau VII.3: Tableau récapitulatif des coefficients d'ombrage optimaux des protections : Auvent unique,Auvent subdivisé,Light shelf,Flanc,Nid d'abeille. (Source : Auteur)

1.3. Calcul de la durée nécessaire d'ombrage :

L'application de la méthode de (Novell,1981) en utilisant les températures maximales, minimales et moyennes de la ville de Biskra ,a permis d'obtenir les résultats suivants(TabVII.4):

- Le besoin en matière d'ombrage s'étend à plus de 51% de l'année
- Le besoin en matière d'ombrage pour le mois de décembre est de 0.00%
- Le besoin en matière d'ombrage pour le mois de mars est de 43.33%
- Le besoin en matière d'ombrage pour le mois de juin est de 100 %

1.4 Analyse de résultats :

Il est très opportun de rappeler que l'optimisation dont les résultats seront discutés et analysés ci-dessous, se rapportent à l'ombrage issu des différentes protections solaire fixes appropriés aux différentes orientations. L'analyse des résultats a été basée sur l'intervention du coefficient d'ombrage optimal par rapport à la valeur d'ombrage nécessaire (TabVII.5)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmini	8.4	5.2	9.1	10.1	12.5	25.1	29.8	28	20.1	14.2	8.4	5
Moyenne R	12.4	12.9	18.8	21.8	27.6	32.4	37	35.2	29	25.2	18.1	13

		T mini(mois)+(S*R (mois))											
Temps	S												
12h minuit	0.222	11	8	13	15	19	32	38	35	26	20	12	8
2h	0.139	10	7	12	13	16	28	33	32	23	17	11	7
4h	0.056	9	6	10	12	14	27	30	30	22	15	9	6
6h	0	8	5	9	10	12	25	25	28	20	14	8	5
8h	0,111	10	7	11	12	16	28	33	32	23	17	10	6
10h	0.583		13	20	22	28	41	47	45	34	29	19	12
12h midi	0.861	15	16	25	30	37	50	58	55	43	34	24	16
14h	1.0	20	18	28	32	40	57	66	63	49	39	29	18
16h	0.917	20	18	26	28	37	54	62	59	46	37	25	17
18h	0.694	17	14	22	25	39	44	51	49	37	29	21	14
20h	0.444	14	11	17	20	25	39	44	44	33	25	16	11
22h	0.306	12	10	15	17	24	35	41	39	29	22	15	9

Tableau VII.4 : Tableau de la méthode de B.Novell permettant le calcul de la durée en besoin d'ombrage pour le cas de la ville de Biskra (Source : Auteur)

Mois	Ombrage nécessaire	Ombrage obtenus					Conformité				
		Sud			Est	Sud-est	Auvent unique	Auvent subdivisé	Light shelf	flanc	Nie d'abeille
		Auvent unique	Auvent subdivisé	Light shelf	flanc	Nid d'abeille					
Décembre	0.00 %	30%	34%	32%	51%	53%	non	non	non	non	non
Mars	43.33 %	69%	75%	61%	53%	73%	non	non	oui	oui	non
Juin	100 %	92%	94%	97%	40%	98%	oui	oui	oui	non	oui

Tableau VII.5: Tableau des quantités d'ombre nécessaire et obtenus pour les cinq cas de protection solaire (source : Auteur)

L'orientation Sud :

Les résultats obtenus pour la façade orientée sud, démontre que les coefficients d'ombrages optimaux pour les trois types de protections (auvent unique, auvent subdivisé et le light shelf) présentent des valeurs très proches (Fig.VII.5) avec une différence de ($\pm 2\%$) pour le mois de décembre ,($\pm 6\%$) pour le mois de mars et ,($\pm 5\%$)pour le mois de juin.

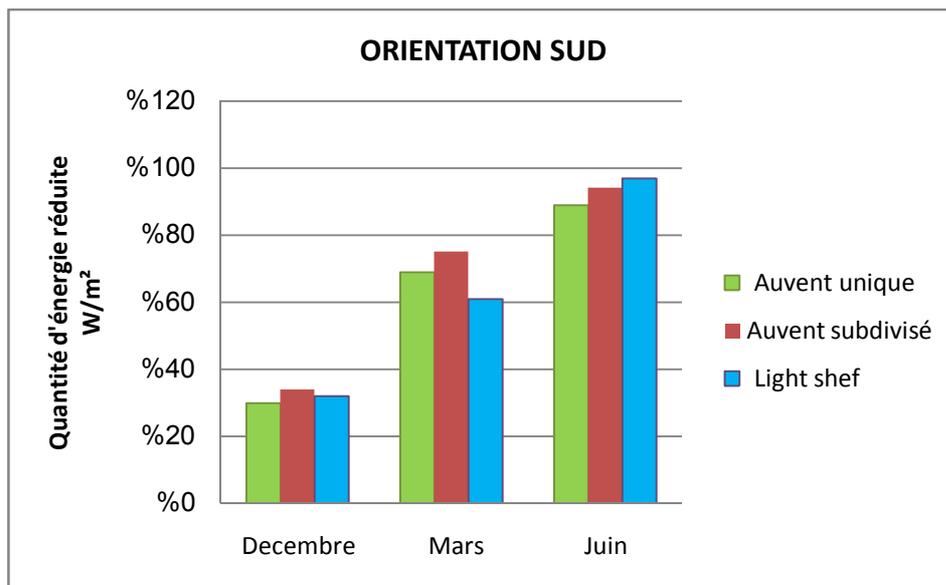


Figure VII.5 : Récapitulation des quantités d'énergie réduite de la façade orientée Sud.
(Source : Auteur)

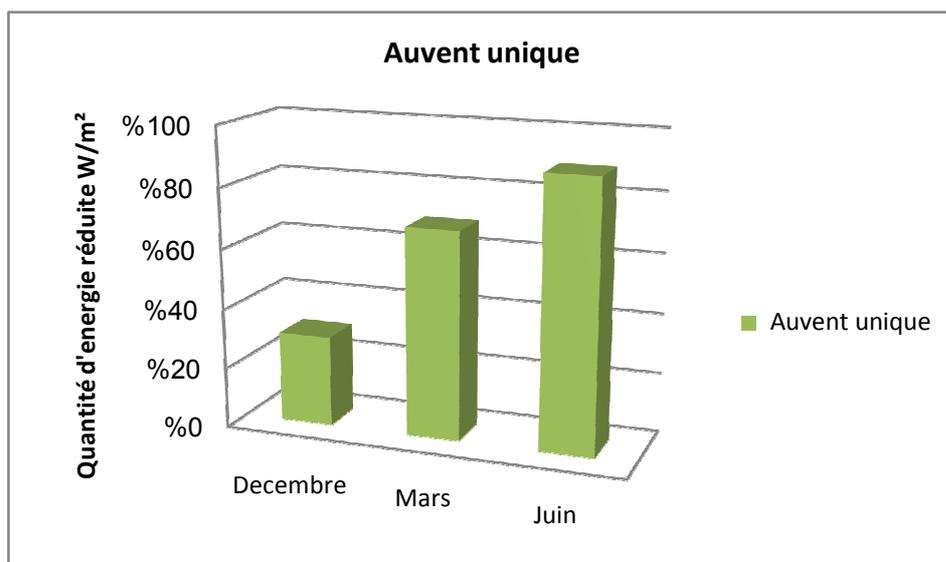


Figure VII.6 : Quantités d'énergie réduite, Auvent unique, orientation Sud.
(Source : Auteur)

La réduction assurée en matière de transmission énergétique de radiations solaires directes pour la protection 'auvent unique' est de 30% pendant la période froide (représenté par le mois de décembre) (Fig .VII.6). Ceci indique qu'une quantité de 70% de radiation direct est transmise, ce qui est favorable pour la saison froide. Egalement pour la période d'été (représenté par le mois de juin) les résultats obtenus confirment l'apport d'une optimisation qualifiable de positive, dans la mesure où la réduction assurée en matière de transmission énergétique de radiations solaires directes est de 92% .

Une valeur de 34% de réduction d'énergie directe est notée pour la protection 'auvent subdivisé' pendant la période froide (Fig.VII.7). Ceci indique qu'une quantité de 66% de radiation directe est transmise, (moins de 4% par rapport à la protection 'auvent unique'). Pour la période d'été les résultats obtenus confirment l'apport d'une optimisation qualifiable de positive, dans la mesure où la réduction assurée en matière de transmission énergétique de radiations solaires directes de 94% avec seulement 6% d'énergie transmise.

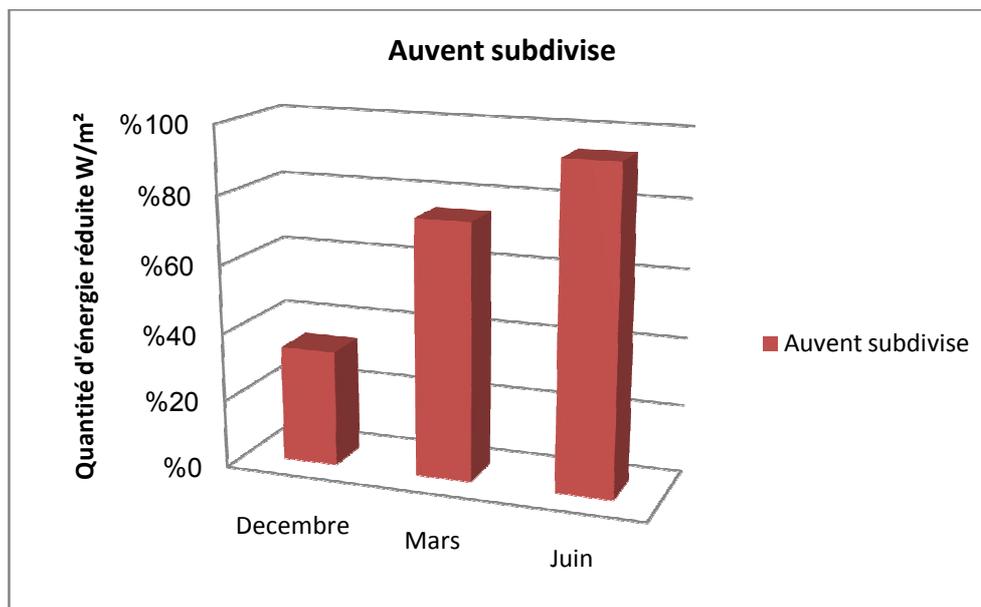


Figure VII.7 : Quantités d'énergie réduite, Auvent subdivisé, orientation Sud.

(Source : Auteur)

Comme illustré sur la figure (Fig.VII.8) les résultats obtenus pour le système light shelf présentent des valeurs d'optimisation favorables ,soit pour la période froide dont la réduction

des radiations directes est de 32% ,soit pour la période chaude où on remarque la valeur la plus élevée pour la réduction des radiations (97%).

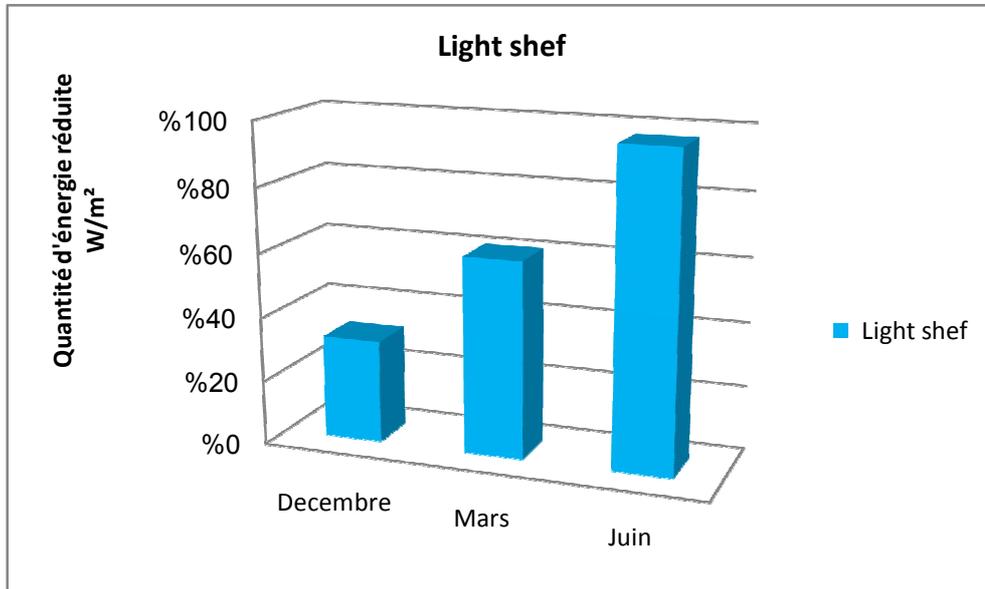


Figure VII.8 : Quantités d'énergie réduite, Light shief, orientation Sud.

(Source : Auteur)

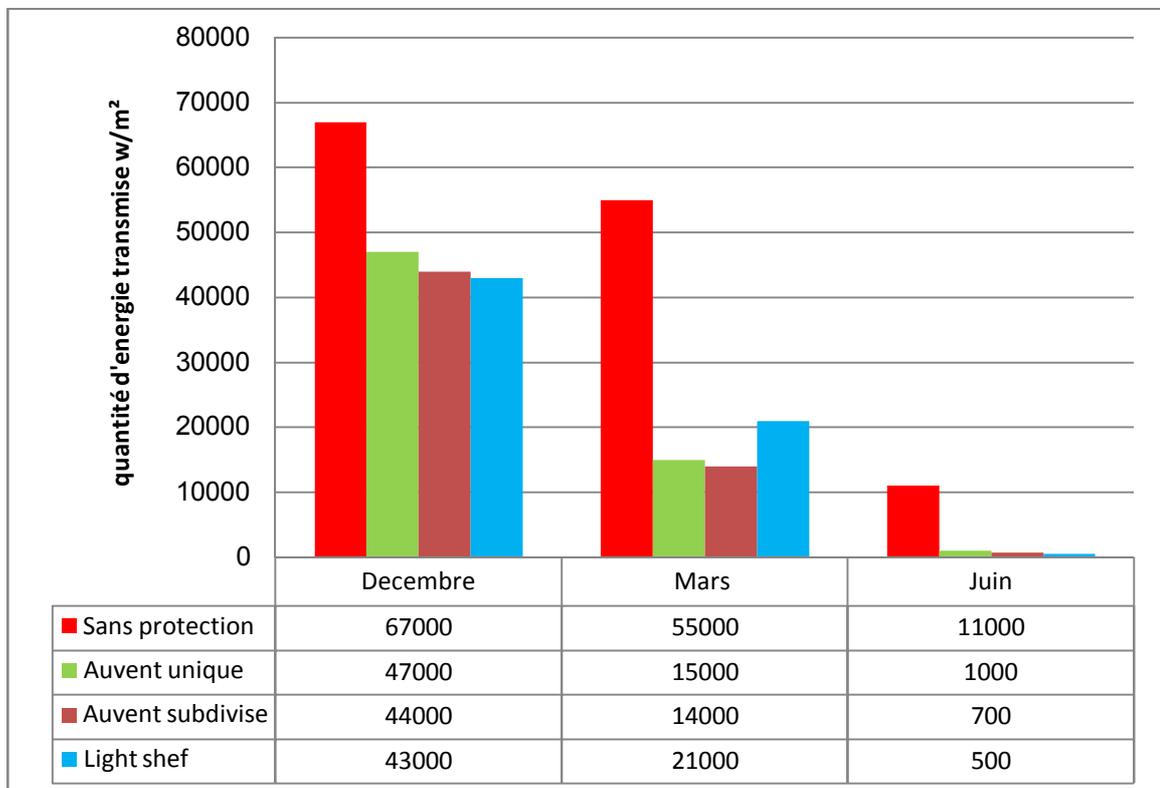


Figure VII.9 : Récapitulation des quantités d'énergie transmise à la façade orientée Sud.

(Source : Auteur)

Les résultats présentés sur la figure(Fig.VII.9) confirment que les systèmes d'ombrage affectent la quantité des radiations énergétiques reçus dans les bâtiments en réduisant les gains solaires et en modifiant les pertes thermiques traversant l'enveloppe. Les protections 'auvent subdivisé et le light shelf démontrent une optimisation qualifiée de positive pour la période froide ainsi que pour la période chaude

L'orientation Est

Les résultats recueillis (Fig.VII.10) démontrent que la réduction assurée en matière de transmission énergétique de radiations solaires directes est d'une valeur importante de 51% pendant la période froide, ce qui est défavorable pour cette période vu le besoin d'un maximum de gain solaire.

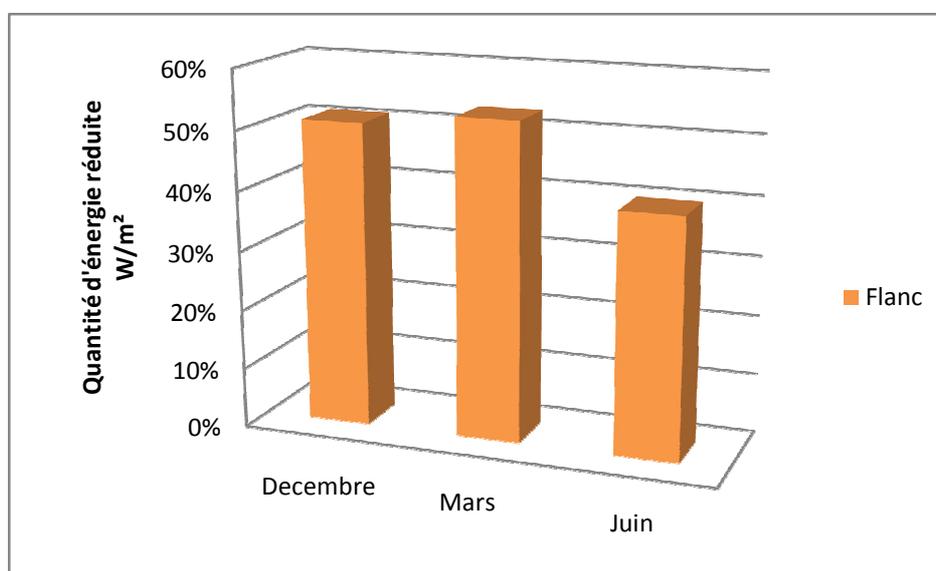


Figure VII.10 : Quantités d'énergie réduite, Flanc, orientation Est. (Source : Auteur)

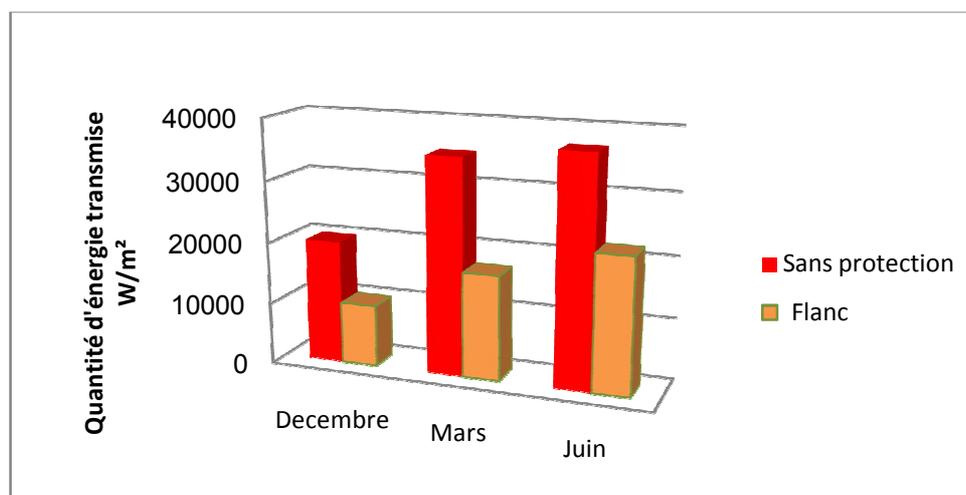


Figure VII.11 : Quantités d'énergie transmise, Flanc, orientation Est. (Source : Auteur)

Pour la période d'été, la façade ne réalise que 40% de réduction de transmission énergétique de radiations solaires directes ;60% d'énergie sera transmise, ce qui provoque une surchauffe indésirable à l'intérieur.

L'orientation sud-ouest

Si les résultats obtenus pour l'orientation sud-ouest, relatifs à la période chaude (mois de juin) sont satisfaisants (Fig.VII.12). (Réduction assurée de radiations solaires directes de 98%), ceux relatifs à la période froide ne le sont pas. Une optimisation de 53% des transmissions énergétiques de radiations solaires directes indique que seulement 47% des radiations directes qui seront transmises se qui est qualifiable de négative.

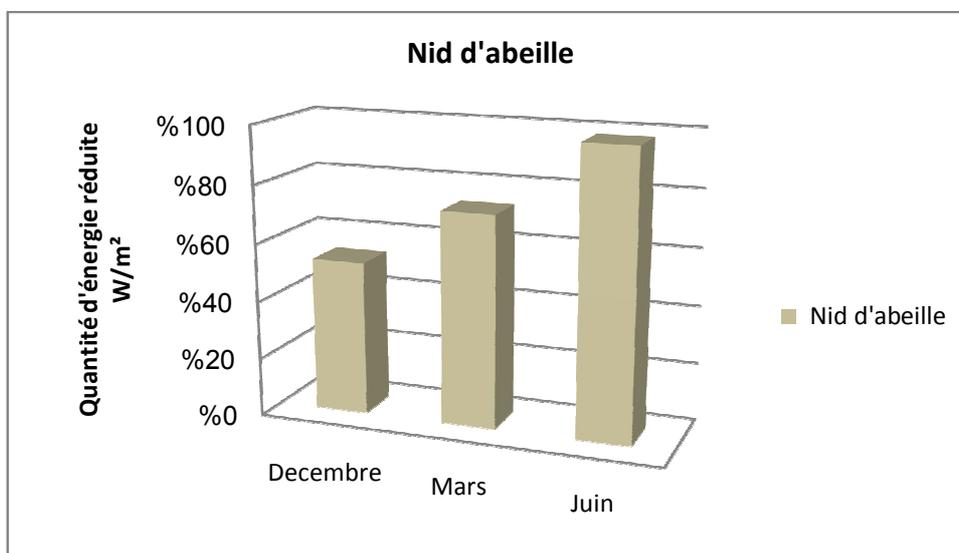


Figure VII.12 : Quantités d'énergie réduite, Nid d'abeille, orientation Sud ouest. (Source : Auteur)

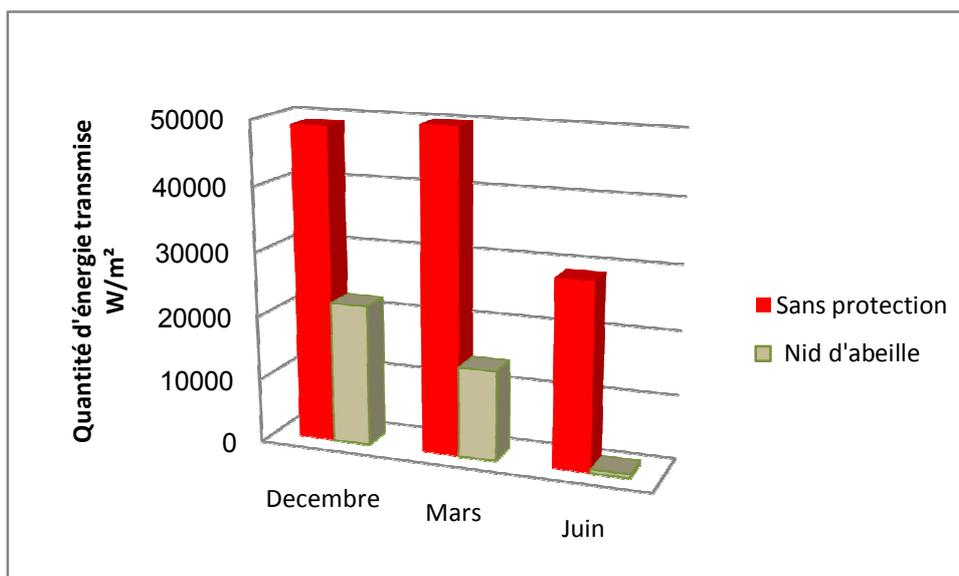


Figure VII.13 : Quantités d'énergie transmise, Nid d'abeille, orientation Sud ouest. (Source : Auteur)

1.5. Interprétations :

De ces résultats il est possible de retenir que la protection solaire est un facteur qui influence la gestion des apports solaires sur une façade à une orientation donnée (Fig.VII.14). Dans la mesure où ses apports solaires peuvent être bénéfiques en hiver, lorsque le bâtiment doit être chauffé, en procurant de la chaleur gratuite et qui sont inopportuns en été, entraînant des surchauffe et donc de l'inconfort.

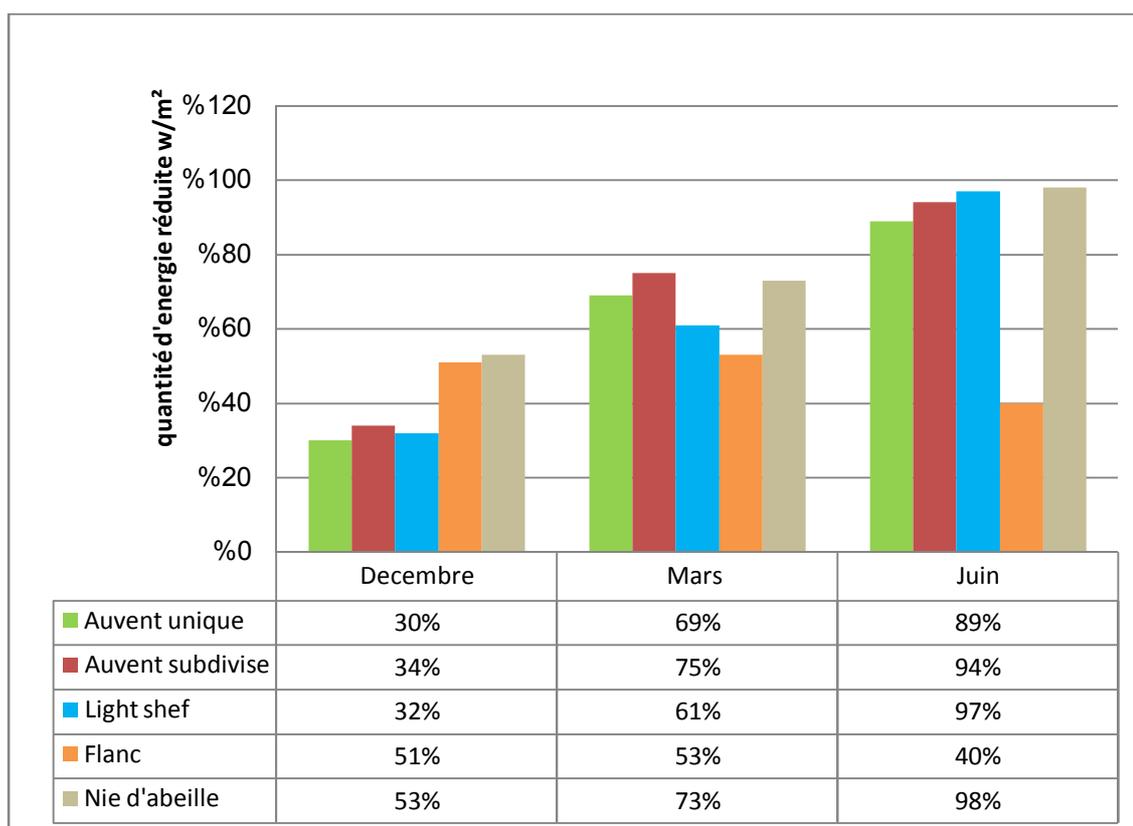


Figure VII.14 : Récapitulation des quantités d'énergie déduite des protections propre à l'orientation : Sud, Est, Sud Ouest .(Source : Auteur)

Les protections solaires appropriés pour l'orientation sud présentent des résultats presque identiques .Cela à cause de l'angle d'occultation obtenu pour l'orientation sud ; qui du point de vue de la géométrie solaire, revient rigoureusement au même ..

Pour la saison froide l'auvent subdivisé et le light shelf démontrent une optimisation optimale acceptable par rapport aux flancs et au nid d'abeille dans la mesure où plus de 66% des radiations solaires sont transmis. Cependant, les flancs et le nid d'abeille assurent la transmission, de moins de 50% des radiations solaires.

Malgré l'optimisation qualifiable de positive pour les protections de l'orientation sud durant la saison froide, il semblerait cependant qu'elle ne soit pas très satisfaisante en comparaison avec la valeur nécessaire d'ombre (0.00%) issus de la méthode de Novell.

Pour la saison chaude toutes les protections solaires démontrent une optimisation très acceptable au niveau des réductions des radiations solaires directes qui vont de 89% à 98%. Celles-là sont conformes à la valeur de référence (ombre nécessaire 100%). Seule la protection solaire de l'orientation Est (flanc) présente une optimisation faible, (coefficient d'ombrage optimale est de 40%).

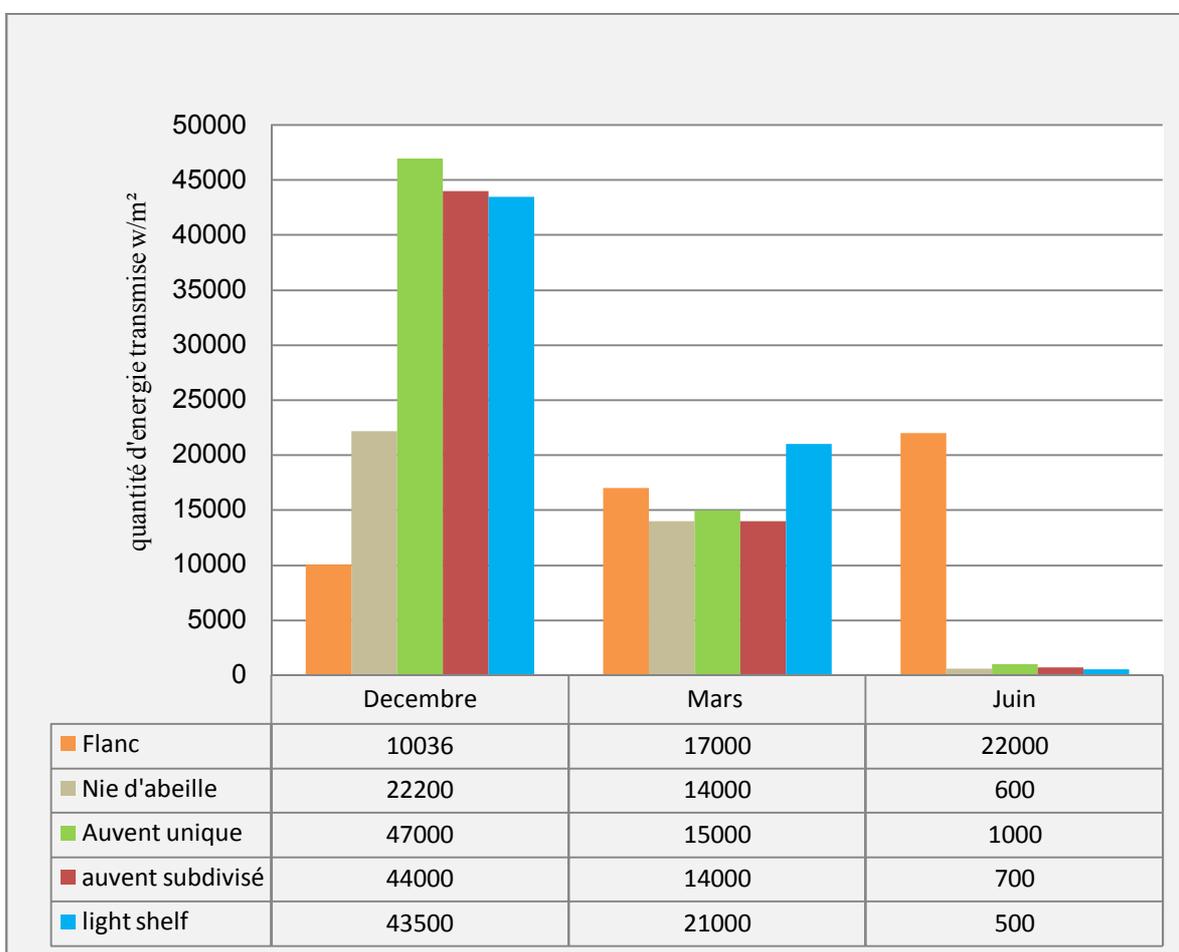


Figure VII.15 : Récapitulation des quantités d'énergie transmise des protections propre à l'orientation : Sud, Est, Sud Ouest .(Source : Auteur)

De cela se dégagent les conclusions partielles suivantes (TabVII.6) :

		Les orientations				
		Sud		Est	Sud-ouest	
Protection Saison	Auvent unique	Auvent subdivisé	Light shelf	Flanc	Nid d'abeille	
	Froide	Très Bonne	Bonne	bonne	Moyenne	Moyenne
	mi-saison	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Bonne	Moyenne
	Chaude	Bonne	Bonne	Très Bonne	Faible	Très faible

Tableau VII.6 : Récapitulation des degrés d'optimisations des protections solaires :Auvent unique,Auvent subdivisé, Light shelf,Flancs,Nid d'abeille . (Source :Auteur)

- Le besoin en matière d'ombrage s'étend à plus de 58% de l'année pour la ville de Biskra.
- Les résultats recueillis sur (TabVII.6)démontrent que l'orientation Sud est plus optimale comparativement a l'orientation Est est Ouest. Ceci confirme les études obtenus des études de (Jose.G.1989, l'ASHRAE.1999 et Monna, S.2008) (section 4 ;Chap.III).
- On vue de choisir la protection solaire optimal pour l'orientation sud, il a été démontré (TabVII.6) que Le système light shelf et l'auvent subdivisé présente les meilleures performances.

Afin de vérifier les résultats obtenus des quantités de radiations solaires, transmises et réduites sur la façade du bureau. Nous avons comparé nos résultats aux résultats obtenus d'une étude menée par (H. Askar, S.D. Probert, W.J. Batty ,2001) pour les fenêtres des bâtiments dans les régions chauds et aride(FigVII.17). Cette comparaison à considérer l'orientation Sud. Les résultats obtenus (FigVII.16) démontrent dans l'ensemble une similarité des résultats.

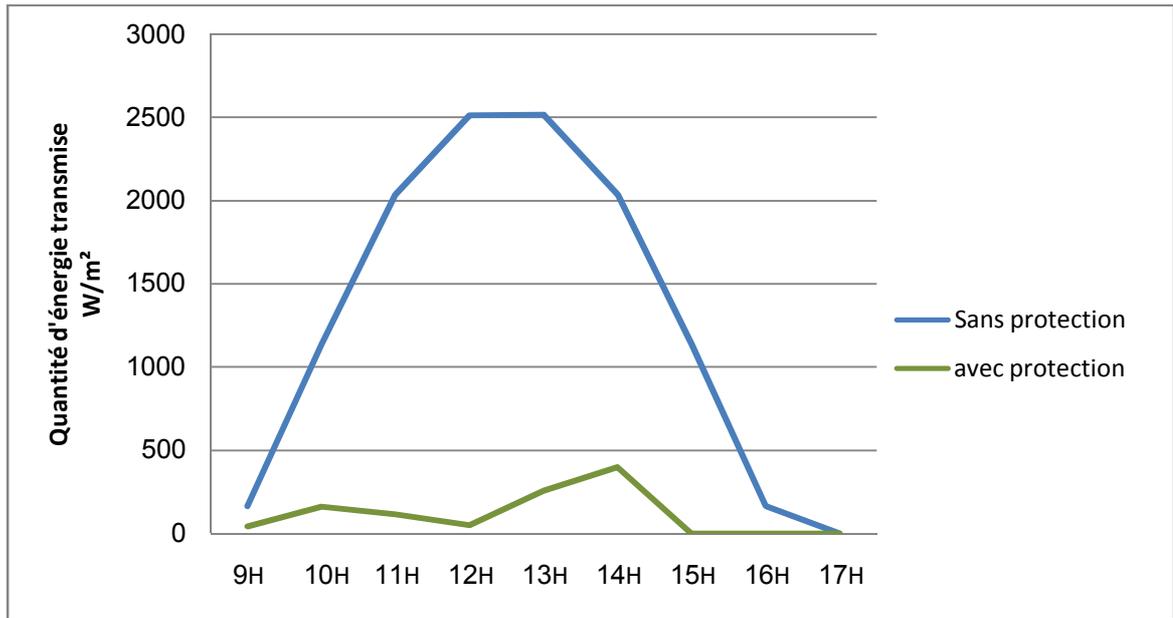


Figure VII.16 : Gains solaires à travers un mur rideau, équipé d'un auvent unique orienté Sud, (pour le 21 juin) ville de Biskra. (Source : Auteur)

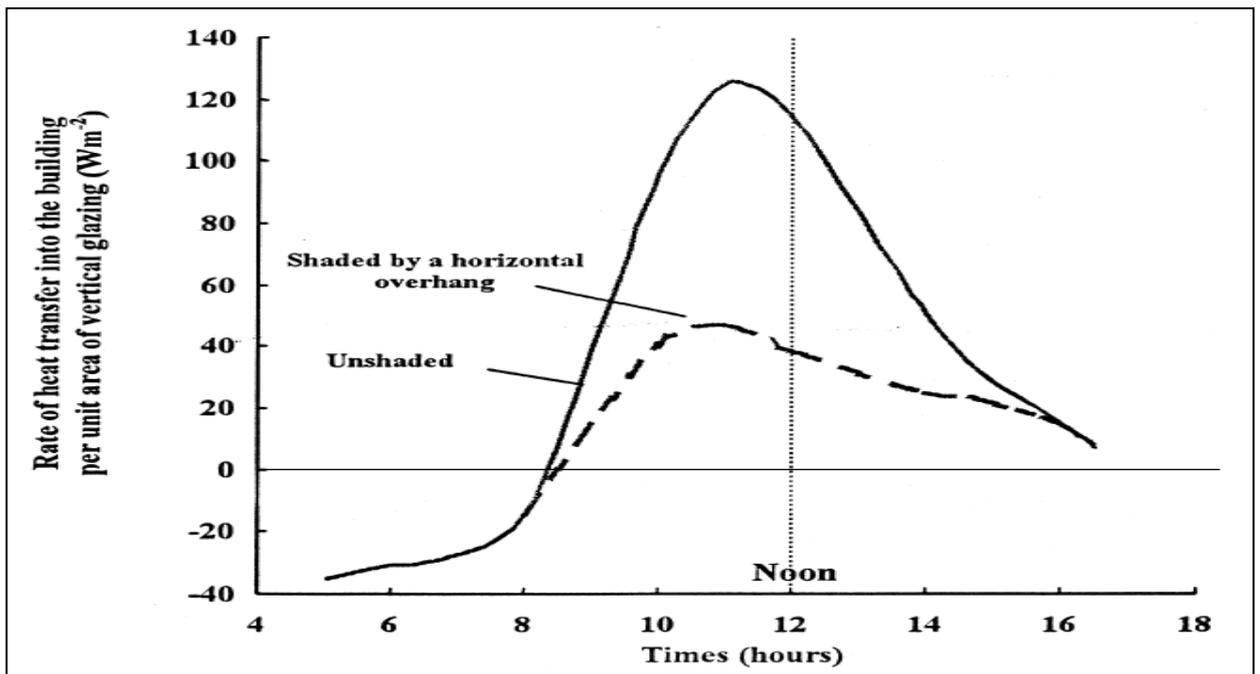


Figure VII.17: gains solaires à travers une fenêtre équipée d'un auvent unique orientée sud (pour le 21 juin) (Source : (H. Askar, et al, 2001))

2. La vue sur l'extérieur :

2.1. Introduction :

Plusieurs études ont indiqué « une opinion répandue que les gens n'aiment pas travailler dans les bureaux sans fenêtres » (Manning, 1965; Hollister, 1968; Hopkinson et Collins, 1975). Dans une étude (Ruys, 1970) de 139 employés de bureau aux Etats-Unis, la majorité (90%) de répondants dans les espaces sans fenêtres ont exprimé un mécontentement en ce qui concerne le manque de fenêtres. La moitié de ces ouvriers a pensé que le manque de fenêtres a affecté leur travail défavorablement. Les raisons principales données par des répondants pour détester leurs bureaux sans fenêtres étaient ; aucun jour, ventilation pauvre, manque d'informations sur le temps, manque d'une vue, sentiments de l'isolement et sentiments de dépression et de tension.

Collins (1975) a constaté que les fenêtres ont fourni beaucoup plus de fonctions pour des personnes que juste des sources de lumière et d'air. Dans son études dans des (écoles y compris, usines, bureaux, et hôpitaux), elle a constaté que les fenêtres ont fourni une vue à l'extérieur, la connaissance du temps et de l'heure.

Dans une autre étude des employés de bureau souterrains et sans fenêtres, Sommer,(1974) a constaté que les gens ont tendu à compenser un manque de fenêtres en accrochant des images et des affiches de paysage. Des animaux sauvages, les paysages marins, les scènes de forêt et les affiches de voyage ont été préférés au paysage urbain ou des vues d'objets artificiels en tant que fenêtres de remplacement.

Dans cette recherche, la vue sur l'extérieur est étudiée en rapport avec la surface de la baie non occultée par les protections solaires, il sera donc question de fonder une analyse en fonction du ratio 'surface d'ouverture/surface du mur en façade. Ce ratio sera lui-même dépendant de l'orientation de la baie.

2.2 Simulation des vues vers l'extérieur des différentes occultations

Les simulations des vues sur l'extérieurs des bureaux équipés de différentes protections solaires appropriés aux différentes orientations, ont été réalisés à l'aide du logiciel d'aide à la conception architecturale « ARCHICAD » la simulation est faite pour un employé assis au

fond d'un bureau situé au troisième étage en regardant vers la fenêtre dans un bâtiment de cinq étages (Fig.VII.18).

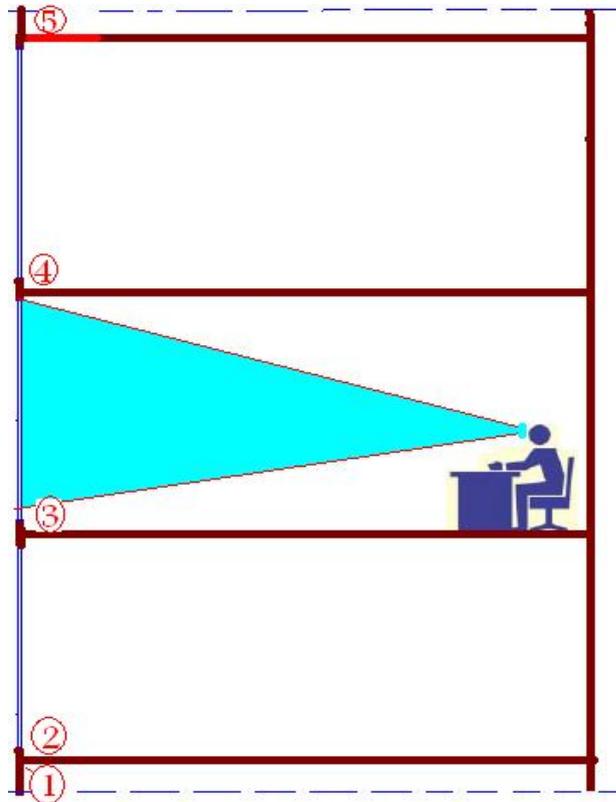


Figure VII.18: Coupe schématique illustrant le niveau de bureau à simulé.
(Source :Auteur)

2.2.1. Résultats des simulations

Il est opportun de rappeler que l'optimisation dont les résultats seront discutés et analysés ci-dessous, se rapportent à la réduction de la vue issue de la protection solaire qui constitue un dispositif fixe.

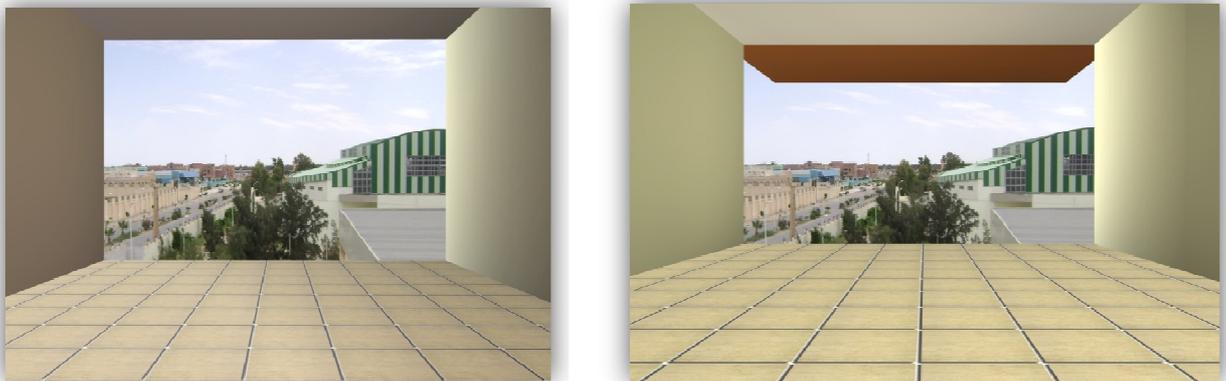


Figure VII.19: Simulation de la vue sur l'extérieur d'un bureau situé au troisième étage . Sans protection (à gauche), équipé d'une protection Auvent unique (à droite). (Source :Auteur)

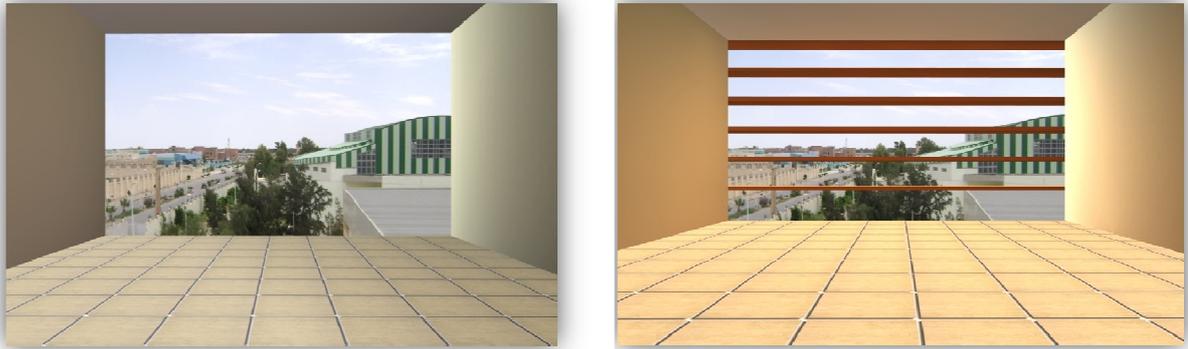


Figure VII.20: Simulation de la vue sur l'extérieur d'un bureau situé au troisième étage . Sans protection (à gauche),équipé d'une protection Auvent subdivisé (à droite). (Source :Auteur)

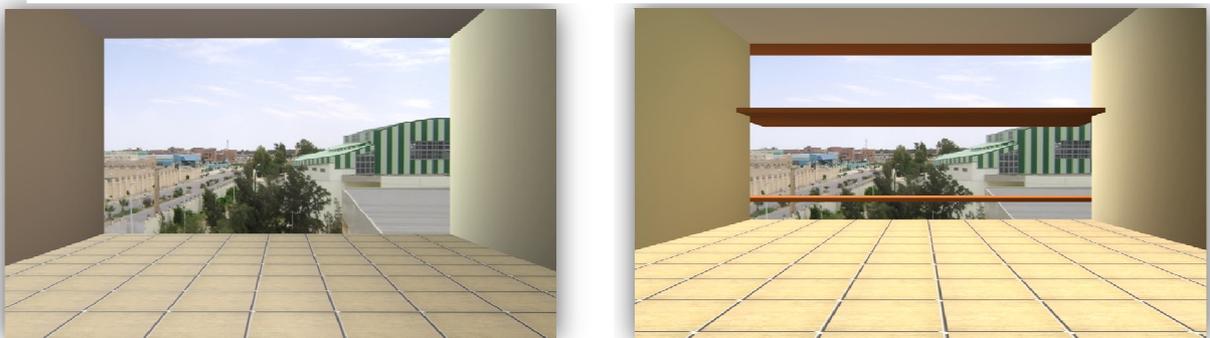


Figure VII.21: Simulation de la vue sur l'extérieur d'un bureau situé au troisième étage . Sans protection (à gauche),équipé d'une protection Light shelf (à droite). (Source :Auteur)

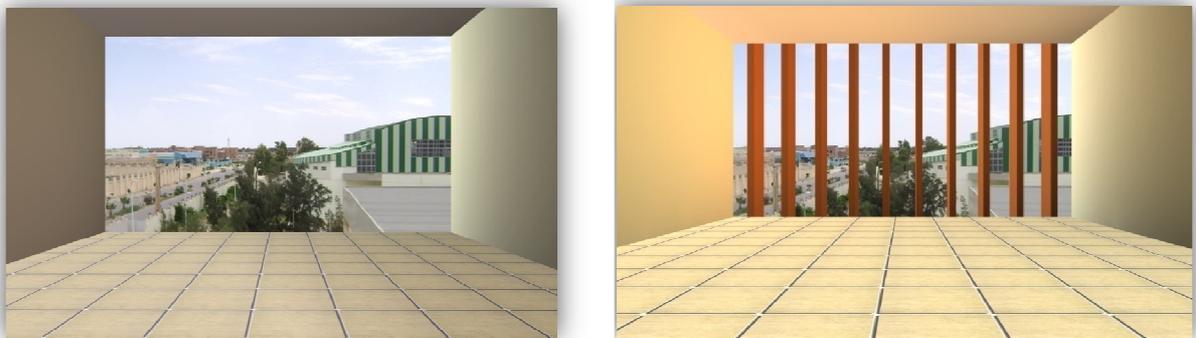


Figure VII.22: Simulation de la vue sur l'extérieur d'un bureau situé au troisième étage . Sans protection (à gauche),équipé d'une protection Flancs (à droite). (Source :Auteur)

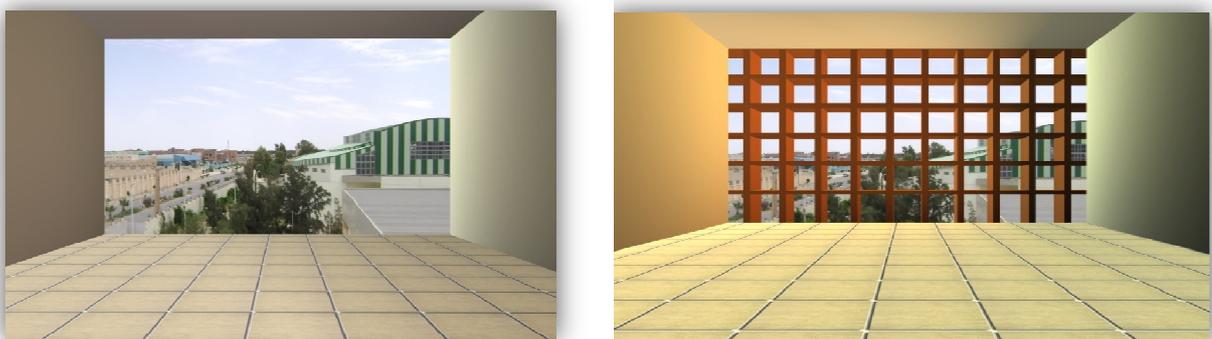


Figure VII.23: Simulation de la vue sur l'extérieur d'un bureau situé au troisième étage. Sans protection (à gauche),équipé d'une protection Nid d'abeille (à droite). (Source :Auteur)

L'analyse des résultats présentés sur le tableau (Tab.VII.7) a été basée sur l'intervention de trois indicateurs lié à la vue : i) le nombre de strates ii) la strate la plus affecté et iii) le ratio d'ouverture dans le mur de la façade.

	Nombre de strates	La state la plus affecté	Ratio d'ouverture dans le mur de façade
Sans protection	3	Aucune strate	100 %
Auvent unique	3	Strate supérieur (ciel)	82.30 %
Light shelf	3	Strate supérieur (ciel)	79.47 %
Auvent subdivisé	3	Strate supérieur (ciel)	76.26 %
Flanc	3	Les trois strates	64.39 %
Nid d'abeille	3	Les trois strates	53.89 %

Tableau VII.7 : Les paramètres influents la vue vers l'extérieur.(Source : Auteur)

2.3. Interprétation :

On remarque que pour l'orientation sud la strate la plus affectée est celle du ciel (une strate), et ceci pour l'auvent unique, l'auvent subdivisé, et le light shelf (Tab.VII.7). Par contre, pour les orientations Est, Sud Ouest, équipés respectivement par les flancs et le nid d'abeille, les trois strates sont affectés (Tab.VII.7) ce qui est qualifiable de négatif.

Ce qui peut être vu de la fenêtre est de grande importance pour la satisfaction d'une personne envers une fenêtre. Les fenêtres devraient occuper au moins 35% du mur dans le monde occidentale (Ne'eman et Hopkinson1970) .Le ratio minimal d'ouverture dans le mur de la façade recueilli est de 53,89% pour le nid d'abeille (Tab.VII.7). Cette valeur est supérieure à celle recommandée. Ce qui implique que les vue occasionnées par les cinq protections présentent des ratios optimaux.

D'autre part ,et vu qu'un brise soleil ne doit pas être trop saillant, pour des raisons d'encombrement et de résistances aux accidents (accrochages) et au vent (Lavigne, 2009) , le système 'Light shelf 'présente la situation la plus optimal pour la vue vers l'extérieur.

2.4. Discussion :

Dans ce chapitre il a été possible de conclure que :

- L'étude de la vue demeure complexe vu le nombre important des facteurs subjectifs.

- Une étude de la vue doit comprendre à la fois les facteurs objectifs et subjectifs.
- Les cinq types de protection solaire présentent des ratios supérieurs à la valeur de référence (35%) dont le light shelf qui présente le ratio maximal de 79.47 %.

Le Light shelf présente la situation la plus optimale vu le contenu de la vue de l'ensemble des trois strates (le sol, les bâtiments et le ciel), un nombre minimal de strates affectées (une strate) et un ratio d'ouverture maximal qui offre le contenu de $\frac{3}{4}$ de la vue sur l'extérieur.

3. Interactions des facteurs de performances :

Par complémentarité, il est ici question de répondre à la nécessité d'une évaluation de l'interaction des facteurs de performances et de comparer les indicateurs entre eux afin d'approfondir le travail d'analyse, de pallier aux limitations de chaque indicateur et d'éviter les diagnostics erronés. (Tab.VII.8).

Système de protection	Lumière naturelle						Thermique		Vue sur l'extérieur Ratio d'ouverture
	Uniformité	E min (lux)	E ≤250	E > 250	E > 2000 lux	Ambiance	Coefficient de réduction		
							hiver	Eté	
Auvent unique	Non uniforme	350	0%	100%	11.08%	Moy confort	30%	92	82.30 %
Auvent subdivisé	Moy uniforme	450	0%	100%	35.42%	Inconf	34%	94%	76.26 %
Light shelf	Moy uniforme	450	0%	100%	31.85%	Moy confort	32%	97%	79.47 %
Flanc	Non uniforme	150	1,18%	88.50%	11.10%	Inconf	51%	40%	64.39 %
nid d'abeille	Non uniforme	98	1,05 %	86.01%	12.63%	Moy confort	53%	98%	53.89 %

Tableau VII.8: Synthèse des performances des indicateurs analysées. . (Source :Auteur)

3.1. Performances en éclairage naturel :

3.1.1. Uniformité des zones d'éclairéments :

Les bureaux orientés sud équipés des protections solaires "Auvent subdivisé" et "le Light shelf" présentent une meilleure distribution des valeurs d'éclairéments sur le plan de travail. Il a été démontré aussi que les deux cas présentent des résultats similaires (Tab.VII.8).

3.1.2. L'éclairage sur le plan de travail :

Comparés à la valeur minimale de référence, tous les systèmes de protection solaire présentent une meilleure performance en matière d'éclairage naturel. Sauf que pour les systèmes Flanc et Nid d'abeille, il a été démontré que des surfaces presque négligeables ont des valeurs d'éclairage sur le plan de travail inférieures à la valeur minimale de référence (200 lux).

Dans les bureaux orientés Sud, équipés de 'Light shelf' et 'd'Auvent subdivisé' le risque d'éblouissement indirect est inévitable dans la surface près de la fenêtre (1/3 de la surface totale du bureau). Le risque d'éblouissement est moins important dans les bureaux : i) Sud, équipé d'Auvent unique ii) Est, équipé de flancs et iii) Sud- Ouest ,équipé de Nid d'abeille.

3.1.3. Les ratios de luminance dans le Macro-champ visuel :

Le champ visuel d'un occupant assis au fond du bureau et regardant vers la fenêtre est qualifié de confortable dans les bureaux orientés i) Sud ,équipé d'un système 'Auvent unique' ou 'Light shelf' ii) Sud-Ouest équipé de Nid d'abeille. La situation est moins confortable dans le bureau orienté Sud équipé 'd'Auvent subdivisé'. Le cas du bureau orienté Est équipé de 'Flancs' est le plus défavorable.

3.2. Performance thermique :

Les protections solaires appropriés à l'orientation sud i) Auvent unique ii) Auvent subdivisé et iii) le Light shelf, présentent des résultats presque identiques .Cela est dû à l'angle d'occultation obtenue pour l'orientation sud, qui du point de vue de la géométrie solaire, revient rigoureusement au même.

Les bureaux Sud équipés des protections i) Auvent unique ii) Auvent subdivisé et iii) le Light shelf, sont optimaux pour les gains solaires pendant la saison froide (Plus de 66% des radiations solaires sont transmis) et protègent la façade durant la saison chaude (une réduction de plus de 92% des radiations solaires directes).

Le bureau Sud-Ouest équipé de Nid d'abeille est optimal pour la saison chaude (une réduction de 98% des radiations solaires directes) contrairement à la saison froide où la situation est défavorable (53% des radiations solaires sont transmis à l'intérieur).

Le bureau Est équipé de 'Flancs' est la situation la plus défavorable dans la mesure où 49% des radiations solaire transmis en hiver et 60% transmis en été.

3.3. Performance en matière de la vue sur l'extérieur :

Les cinq types des protections solaires présentent des vues vers l'extérieur qui contiennent les trois strates. Ils présentent des Ratios supérieurs à la valeurs de référence (35%). Le 'Light shelf' présente le ratio maximal (79.74%).

Le Light shelf présente la situation la plus optimale vu le contenu de la vue de l'ensemble des trois strates (le sol, les bâtiments et le ciel), un nombre minimal de strates affectées (une strate) et un ratio d'ouverture maximal qui offre le contenu de $\frac{3}{4}$ de la vue sur l'extérieur.

5. Interprétation :

En conclusion, et en fonction des résultats obtenus des cinq cas étudié, le choix pour le cas le plus optimal demeure complexe. Le tableau VII.9 présente le degré de performance favorable (+) et défavorable (-) pour chaque indicateur analysés.

Système de protection		Lumière naturelle						Thermique		Vue sur l'extérieur
		Uniformité	E min	E ≤ 250	E > 250	E > 2000 lux	ambiance	Coefficient de réduction		Ratio d'ouverture
								hiver	Été	
GI	Auvent unique	-	+	+	+	+	+	+	+	++
	Auvent subdivisé	+	++	+	+	-	-	+	+	++
	Light shelf	+	++	+	+	-	+	+	+	++
GII	Flanc	-	-	-	-	+	--	-	--	+
	Nid d'abeille	-	-	-	-	+	+	-	+	+

Tableau VII.9 : Présentation des indicateurs analysées par leurs degré de performance.(Source : Auteur)

Les bureaux orientés Sud (groupe I) présentent dans l'ensemble des situations favorables, dont le light shelf est le cas le plus performant (Fig.VII.24).

Les bureaux orientés Est et Sud-Ouest (groupe II) présentent dans l'ensemble des situations défavorables dont le bureau équipé de Nid d'abeille est moyennement performant et celui avec les Flancs est le cas le moins performant (Fig.VII.24).

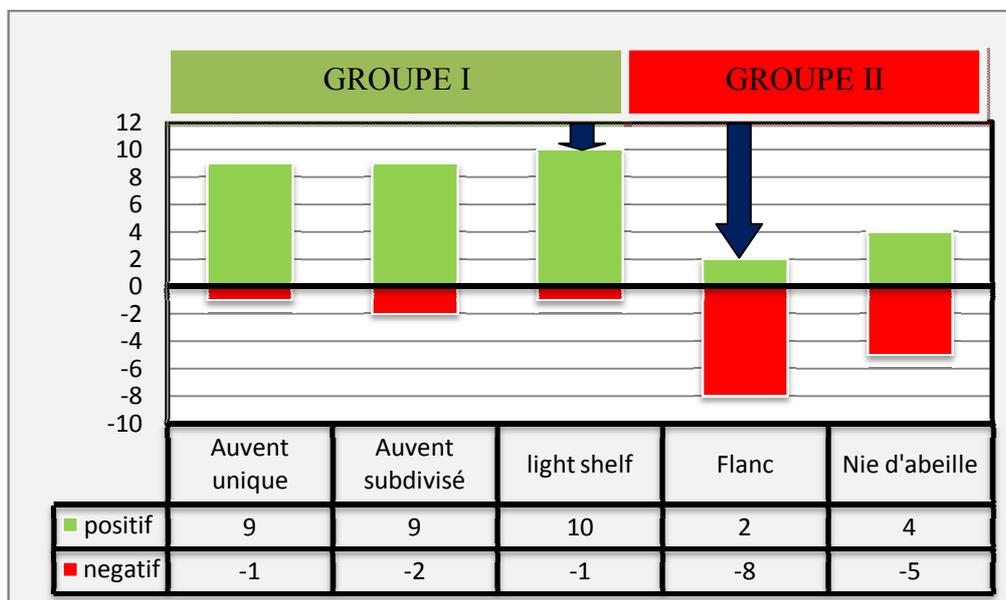


Figure VII.24 : Evaluation synthétique des degrés de performance des facteurs liés à la lumière naturelle, le thermique et à la vue sur l'extérieur. (Source : Auteur)

A partir des résultats obtenus des expérimentations effectués sur la transparence dans les bâtiments à bureaux dans les régions à climat chaud et sec sous un ciel clair, il a été démontré que la faisabilité de la transparence dans un bureau est limitée à l'orientation Sud. Nous pouvons conclure aussi que le bureau équipé d'un système Light shelf est le cas le plus favorable pour cette orientation.

Pour les autre cas de bureau : i) bureau orienté Est ou Ouest équipé de system Flancs et ii) bureau orienté Sud-Est ou Sud-Ouest équipé de système de protection Nid d'abeille la transparence engendre des situations d'inconfort. Plusieurs solutions d'ordre passif ou actif peuvent êtres appliqués pour ces cas afin de surmonter ces problèmes d'inconforts .(Tab.VII.10).

O R I E N T A T I O N	Système de protection	Avantages	Inconvénients	Solutions proposées
S U D	Auvent unique	<ul style="list-style-type: none"> *Eclairage optimal *Ambiance lumineuse confortable *Optimale au gain et /ou Protection du soleil *Très performant en vue sur l'extérieur 	<ul style="list-style-type: none"> *Non uniformité des zones d'éclairage *Très longue avancée à l'extérieur 	<ul style="list-style-type: none"> * minimiser l'avancée de la protection on adoptant le système auvent subdivisé par exemple
	Auvent subdivisé	<ul style="list-style-type: none"> *Eclairage uniforme *éclairement optimal *Optimal au gain et /ou Protection du soleil *Très performant en vue sur l'extérieur 	<ul style="list-style-type: none"> *Risque d'éblouissement indirect *Ambiance inconfortable 	<ul style="list-style-type: none"> * Protections intérieur : Stores, rideaux,... * Protection extérieur mobile * verre teinté * Surface mate des tables (faible facteur de réflexion) * Choix d'organisation et d'emplacement des bureaux par rapport au mur rideau
	Light shelf	<ul style="list-style-type: none"> *Eclairage uniforme *Eclairage optimal *Ambiance confortable *Optimal au gain et /ou Protection du soleil *Très performant en vue sur l'extérieur 	<ul style="list-style-type: none"> *Risque d'éblouissement indirect 	<ul style="list-style-type: none"> * Protections intérieures : Stores, rideaux, * surface mate des tables (faible facteur de réflexion) * choix d'organisation et d'emplacement des bureaux
E S T	Flanc	<ul style="list-style-type: none"> *Absence de risque d'éblouissement indirect *Performant en vue sur l'extérieur 	<ul style="list-style-type: none"> *Non uniformité des zones d'éclairage *Eclairage naturel insuffisant *Ambiance inconfortable *Risque de froid en hiver et/ou surchauffe en été 	<ul style="list-style-type: none"> *Eclairage artificiel nécessaire au fond du bureau *Choix d'organisation et d'emplacement des bureaux par rapport au mur rideau *Protections intérieur : Stores, rideaux,... *Protection extérieur mobile *Verre teinté *Recours aux solutions actives pour le chauffage et le refroidissement
S U D O U E S T	Nid d'abeille	<ul style="list-style-type: none"> *Absence de risque d'éblouissement indirect * performant en vue sur l'extérieur *ambiance confortable 	<ul style="list-style-type: none"> *Non uniformité des zones d'éclairage *Eclairage naturel insuffisant *Risque de froid en hiver et/ou surchauffe en été 	<ul style="list-style-type: none"> *Eclairage artificiel nécessaire au fond du bureau *Recours aux solutions actives pour le chauffage et le refroidissement

Tableau VII.10 : Récapitulation des degrés de performance et les solutions proposés des facteurs liés à la lumière naturelle, la thermique et à la vue sur l'extérieur. (Source : Auteur)