

## 1. Introduction :

Après avoir construit le modèle conceptuel, la prochaine étape sera la mise à l'expérimentation des indicateurs liés au concept de la transparence. Sachant que cette étude concerne les bâtiments à activité de bureaux. Le bureau comme un environnement architectural et la lumière naturelle et le soleil en tant que facteurs environnementales à étudier. Ce chapitre propose les modèles à simulés en relation avec ces facteurs environnementales. En premier lieux le site à savoir ces caractéristiques, en deuxième lieux le bureau à savoir sa géométrie ces caractéristiques photométriques ainsi sont orientation et les dispositifs d'occultations approprier.

## 2. Le site :

Toute étude concernant le comportement d'un bâtiment aux aspects de lumière naturelle ou aux aspects thermiques, est liée à sa situation dans son site. Hauteurs des bâtiments, largeur de la rue, tous ses éléments du site influences les résultats d'études pour le confort visuel et thermiques.

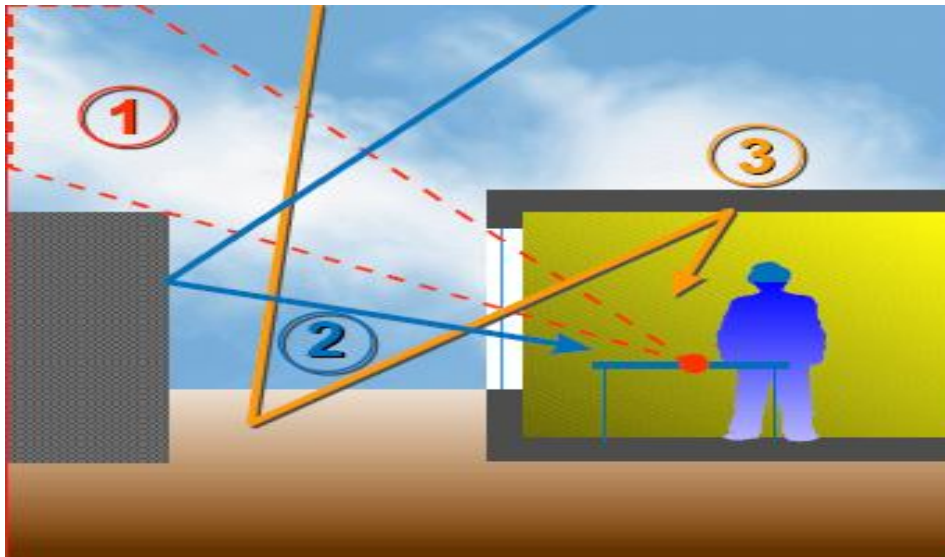


Figure III.1: Les composantes de la lumière naturelle. (Source :[www.energiplus.com](http://www.energiplus.com))

1. La composante du ciel : provenant directement du ciel au point considéré.
2. La composante réfléchie extérieure : provenant au point considéré par réflexion des rayons lumineux sur les surfaces extérieures.

3. La composante réfléchie intérieure : provenant au point considéré par réflexion des rayons lumineux sur les surfaces intérieures.

Un bâtiment situé dans site dense avec un bâtiment en face aura plus de surface ombragé qu'un autre dans un site dégagé. Un sol d'une nature minéral à un coefficient de réflexion différent d'un sol d'une nature végétal.

Pour notre cas d'études on va considérer que, la composante du ciel et les composantes réfléchies intérieure. Un site de banlieue moins dense, sans bâtiment en face, avec un sol de nature minéral à un facteur de réflexion négligeable.

### 3. Le locale :

#### 3.1. Le bâtiment :

Le bureau est intégré dans le troisième niveau dans un bâtiment de cinq étage, d'une hauteur de 17,50 m(fig.III.2).

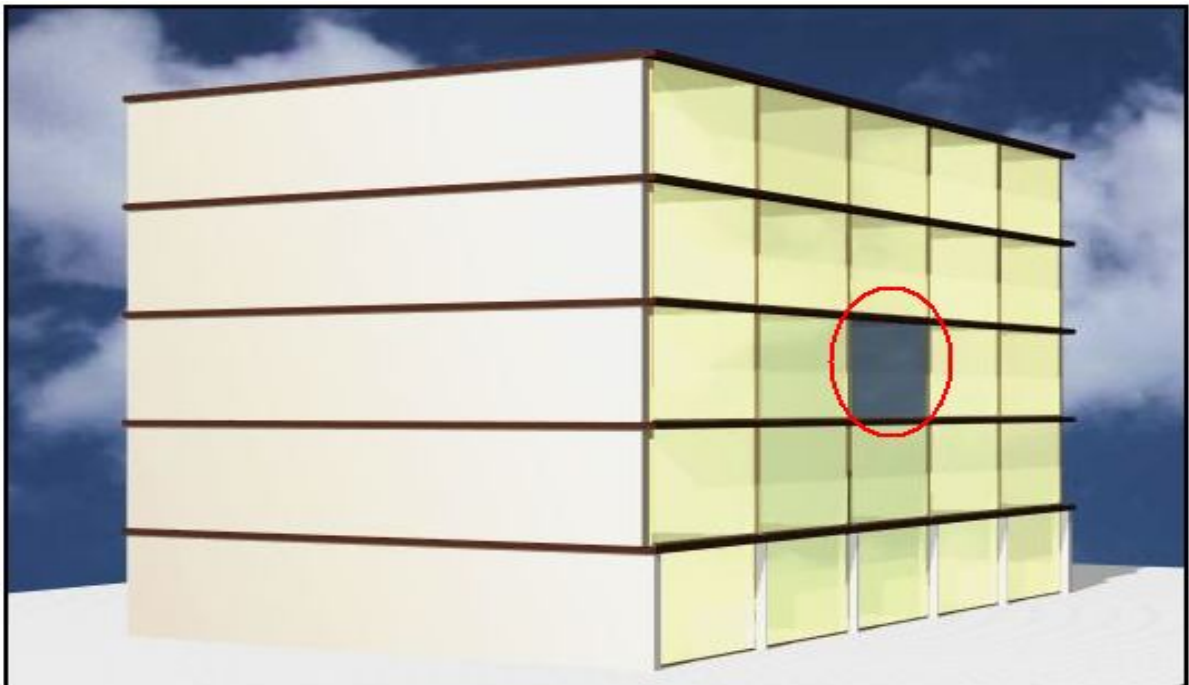


Figure III.2: Situation du bureau à simulé dans le bâtiment. (Source :Auteur)

## 3.2. Le bureau :

### 3.2.1. Géométrie du modèle :

Pour concevoir les dimensions géométriques de notre modèle de simulation, pour un local de bureau dans un bâtiment tertiaire, il a été nécessaire de consulter les différentes

normes nationales, internationales et les différents travaux de chercheurs utilisant des modèles de bureaux pour des simulations en éclairage naturel.

Les établissements publics en Algérie tels que la Direction d'Urbanisme et de Construction (DUC) et la Direction de Logement et des Équipements publics (DLEP) les surfaces des bureaux mentionnées dans les cahiers de charge sont de 16-25m<sup>2</sup>, de formes généralement rectangulaires avec une hauteur conseillée 3,00-4,00m. Des renseignements pris chez des architectes et des bureaux d'études concevant régulièrement des immeubles de bureaux, les surfaces des bureaux sont de 16-30m<sup>2</sup>, hauteur 3,50 m.

Pour ce qui est des institutions internationales, en France par exemple le Référentiel de construction universitaire, la Norme NF X35-102 – les Dimensions des espaces de travail en Bureau 9 m<sup>2</sup> pour 1 personne, 12 m<sup>2</sup> pour 2 personnes. Pour l'Institut national de recherche et de sécurité, Espace optimal pour une personne = 10 m<sup>2</sup> et Hauteur sous plafond suffisante = hauteur minimum 2,5 m. Au Canada le service administratif direction de l'expertise technique, les Dimensions des espaces de travail en Bureau 9,5 m<sup>2</sup> pour 1 personne, Secrétariat : 7,0 m<sup>2</sup>/personne, Secrétariat et informatique : 10,0m<sup>2</sup>/personne, Bureau du préposé aux documents : 7,0 m<sup>2</sup>/personne et la hauteur des plafonds : minimum 2,70 m.

La surface nécessaire moyenne pour un poste de travail jusqu'en 1985 de 8 à 10 m<sup>2</sup>, à la venir de 12 à 15 m<sup>2</sup>. Une largeur de pièce de 3,80m correspond à 18m<sup>2</sup> de surface. La profondeur de la pièce dépend de la surface nécessaire et varie selon qu'il s'agit de bureaux pour une ou plusieurs personnes, grand bureau, bureau collectif ou salle d'études. La profondeur moyenne des bureaux est de 4.50-6.00m. Éclairage naturel suffisant jusqu'à une profondeur de du poste de travail de 4.50m environ. Règle empirique  $T = \text{profondeur de la pénétration de la lumière du jour} = 1.5H_f$ , hauteur de la fenêtre (ex :  $H_f = 3,00\text{m}$ ,  $T = 4,50\text{m}$ ). Pour les postes de travail en fond de pièce, utiliser

la lumière artificielle dans le dernier tiers de la profondeur de celle-ci. (Ernst NEUFERT 8<sup>e</sup> EDITION page 356-357-358)

Beaucoup de chercheurs dans le domaine de l'éclairage utilisent des différentes surfaces de bureaux dans leurs travaux et qui sont cités dans le tableau récapitulatif ci-dessous

Surface/m <sup>2</sup>	hauteur	Référence
16.65	2,70	Mariëlle P.J. Aarts, Sanne J. van Velzen, Zara Huijbregts, Ultra high color temperature and visual performance, 11 <sup>th</sup> European Lighting Conference, Istanbul, 2009.
18.20	2.30	Banu Manav, Rana Kutlu, Mehmet Ş. Küçükdoğu, An Experimental Study on the Appraisal of An Office Setting With Respect to Illuminances and Wall Colors, 11 <sup>th</sup> European Lighting Conference, Istanbul, 2009.
32	3.30	Cheol-soo park, Daylighting Optimization in Smart Façade System College of Architecture, Georgia Institute of Technology. Atlanta Georgia .U.S.A, Eighth International IBPSA Conference, Eindhoven, Netherlands, August 11-14, 2003.
29.16	2.70	MAGALI Bodart. 2002. Création d'un outil d'aide au choix optimisé du vitrage du bâtiment, selon des critères physiques, économique et écologiques, pour un meilleur confort visuel et thermique. Th. doct. : Architecture : Louvain

**Tableau III.1: Exemples de géométrie de bureau pour les études en éclairage. (Source : Auteur)**

Pris ensemble, les résultats indiquent que la géométrie du local de travail soit de 7-32m<sup>2</sup> de surface et 2,50-4,00m de hauteur. Pour notre modèle à simuler la hauteur conseillée pour les espaces de bureau dans les milieux chauds et secs est de 3,50 m, Le modèle est équipé d'un mur rideau dans la hauteur est celle du modèle.

D'après la règle empirique  $T = \text{profondeur de la pénétration de la lumière du jour} = 1.5H_f$ , hauteur de la fenêtre donc la profondeur de model soit  $P = (1,5 \times 3,5) = 5,25 \text{ m}$   $P = 5,25 \text{ m}$

Soit le bureau à simulé d'une forme carré a une profondeur de 5,25 m et une hauteur utile de 3,50m.

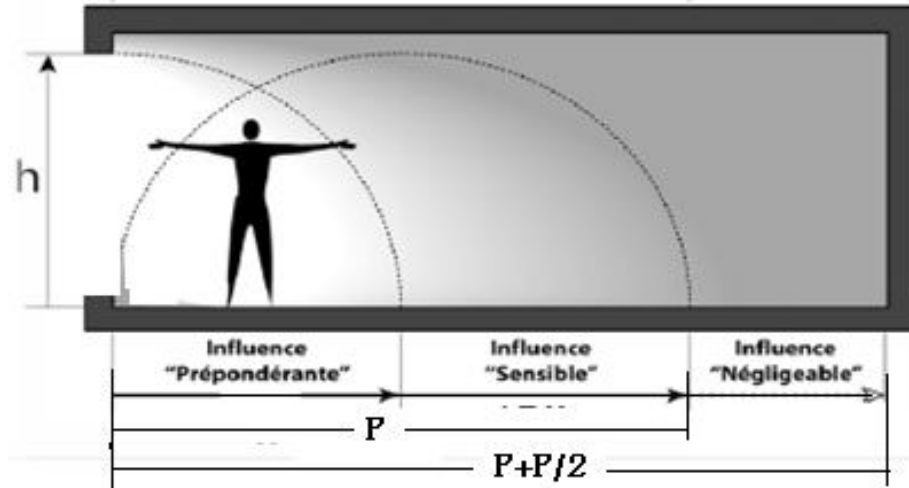


Figure III.3: Zone d'influence de la lumière naturelle. (Source :Auteur)

Il nous semblait claire qu'il fallait garder la même largeur et hauteur et de proposer une profondeur à notre model ( $5.25 + 5.25/2$ ).  $P_1 = 7.87\text{m}$  (Fig. III.4).

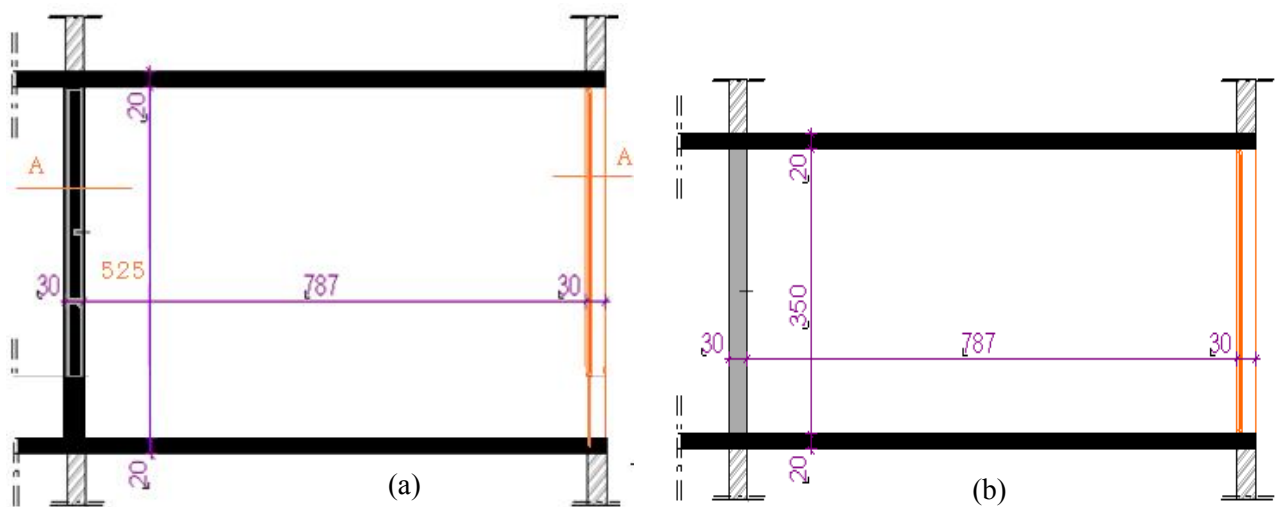


Figure III.4: Le modèle à simulé, vue en plan(a), coupe AA (b). (Source :Auteur)

### 3.2.2 Configurations de la façade

Le model est équipé une façade mur rideau en une unité (vitrage simple transparent) avec un indice d'ouverture de 44.46%.et un Ratio d'ouverture dans le mur de 100%.


Modèle de simulation	
Type de verre	vitrage simple transparent
Configuration de la façade	
Surface fenêtre	18.37 m <sup>2</sup>
Rapport surface fenêtre sur surface sol	44.46%
Ratio d'ouverture dan le mur de façade	100%

Tableau III.2: Les caractéristiques de la façade du modèle. (Source :Auteur)

### 3.2.3 Photométries de parois intérieures :

Type de photométrie	Parois	Coefficient de réflexion
Claire	Sol	35%
	Mur	67%
	Plafond	70%

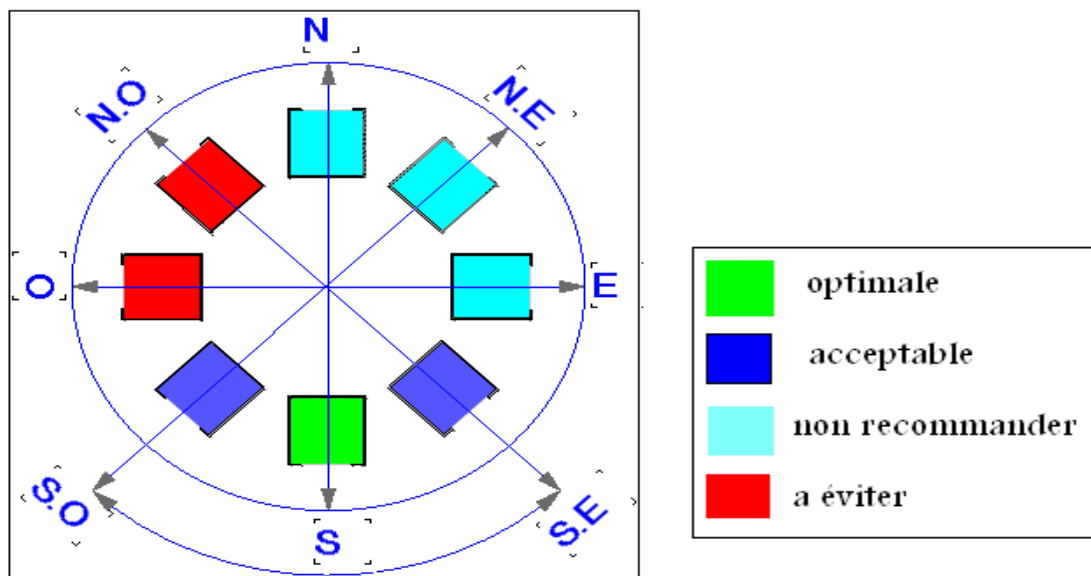
Tableau III.3: photométries de parois intérieures du modèle. (Source : Auteur)

## 4. Les orientations :

Sous un ciel claire ensoleillé, l'orientation de l'ouverture est un aspect important d'être considéré par les concepteurs. La disponibilité de la lumière du jour (lumière du soleil et lumière

du ciel) varie considérablement en dépendance de l'orientation de l'ouverture et considération du soleil.

Les ouvertures orientées nord, quoiqu'elles entraînent le moindre impact thermique sur le bâtiment durant la période chaude de l'année ; sont pas recommander parce qu'elles reçoivent le minimum de lumière du soleil direct. Les ouvertures orientées ouest sont a évitées cause de leurs impact thermal nuisible, causé par la difficulté de contrôlé l'incidence des basses radiations solaire. La même chose pour l'orientation est, à l'exception qu'elle permette les gains de chaleur en hiver et conduire a un effet thermal bénéfique pour les occupants. Une déviation depuis le sud de 45° a l'Est ou à l'Ouest est une étendue acceptable pour l'orientation des ouvertures des bâtiments (Jose.G.1989). La figure ci-dessous présente l'étendue d'orientations acceptables dans les régions a ciel claire ensoleillé



**Figure III.5: Recommandations d'orientations des ouvertures sous un ciel clair ensoleillé (Source : Chavez,1989)**

Dans une étude de Monna,S (Monna, 2008) sur les effets de la technologies d'enveloppe et de stratégies de design sur le Confort et la Consommation d'énergie dans les grands bâtiments de bureau dans le climat chaud et Aride . Les simulations ont été exécutées i) pour cinq villes dans le climat chaud : Riyad (l'Arabie Saoudite), Abu Dhabi (les EAU), Doha (le Qatar), Kuwait City (le

Koweït) et Basra (l'Irak).ii) Pour différentes orientations, type de vitrages et de ratios d'ouvertures dans le mur de façade.

- Pour les effets du confort thermique les résultats obtenus démontrent que la charge de refroidissement minimale était pour les orientations nord et sud. (Fig.III.6).
- Pour les effets de la lumière naturelle et le confort visuel. Les résultats obtenus confirment que les résultats les plus performants des facteurs de lumière du jour sont de l'orientation sud(Fig.III.6).

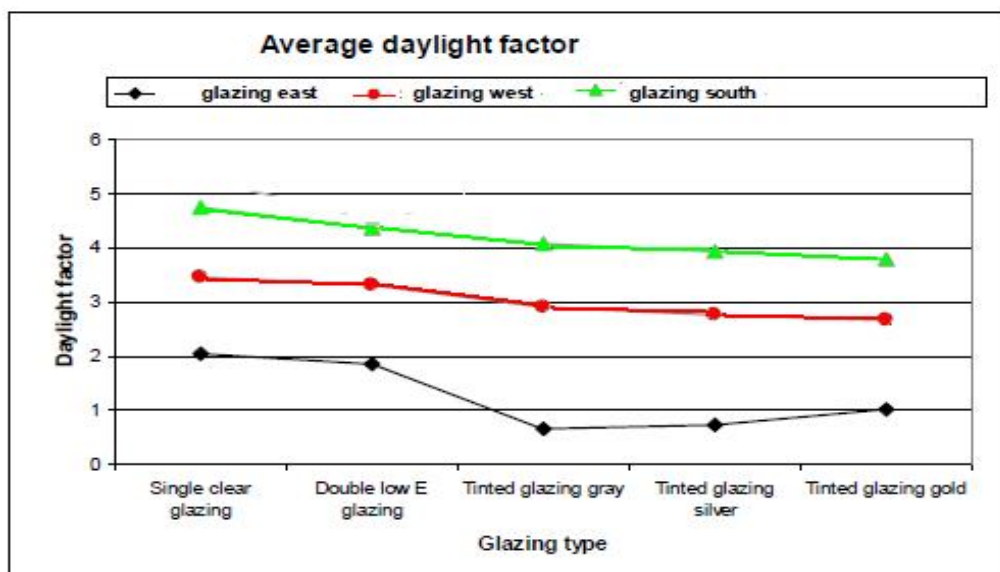


Figure III.6 : Effets de type de vitrage et l'orientation sur le FLJ  
(Source : Monna,2008)

Selon l'ASHRAE .Dans les climats chauds, le vitrage peut être plus facilement protégé au nord et au sud et en résulte moins d'augmentation de chaleur solaire et moins d'éblouissement comparativement au vitrage sur la façade l'Est et l'Ouest (Fig.III.7).

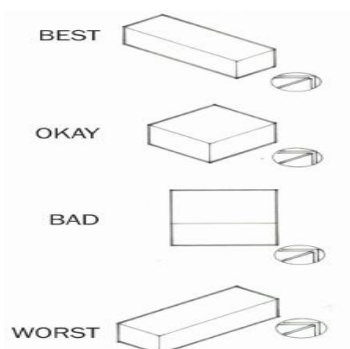
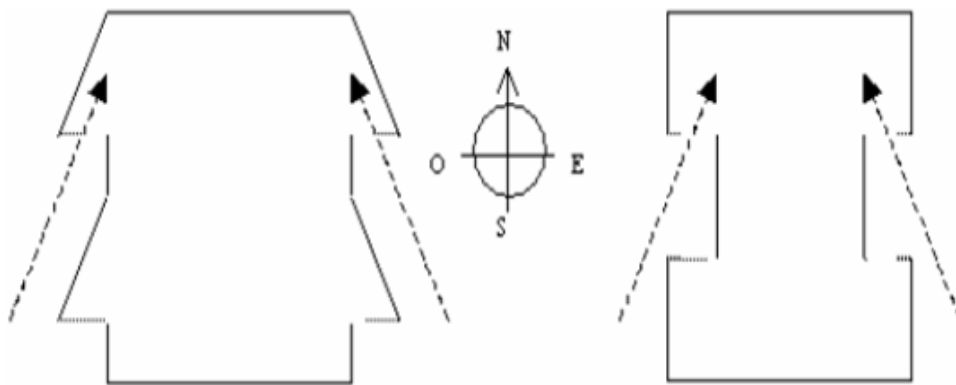


Figure III.7 : bâtiments et orientation des fenêtres  
Allonger les bâtiments à l'Est /Ouest pour maximiser les fenêtres au nord/sud.(Source : ASHRAE,1999)



Les ouvertures orientées au Sud favorisent les gains solaires en hiver et peuvent être facilement protégées en été. 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, à des conditions extérieures de température et de rayonnement solaire importants. Pour cette orientation, il est recommandé de minimiser ou de remplacer par d'autres solutions comme des ouvertures au Sud ou au Nord sur cette façade comme montre sur la figure suivante :



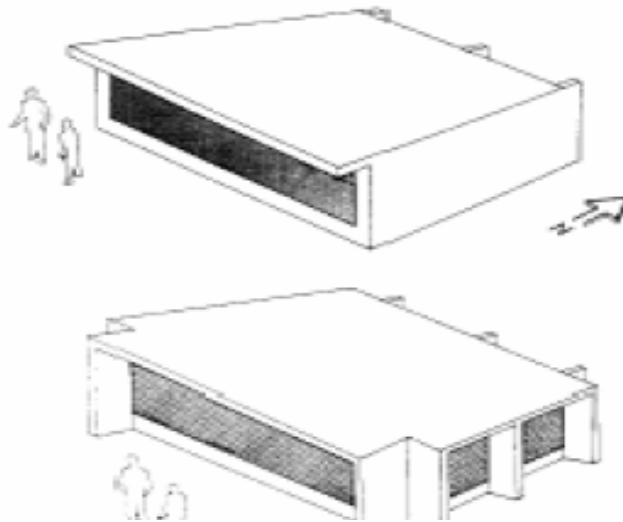
**Figure III.8: Ouvertures au Sud pour des façades orientées Ouest et Est.**  
( Source : Santamouris et al,1996)

En conclusion et à la base de ce qui a été présenté, le choix de l'orientation fait donc appel à des besoins en lumière naturelle et des besoins en chaleur, ainsi évité les gains solaires indésirables et les effets d'éblouissements. L'orientation Sud qui procure une lumière moins constante mais relativement stable et facile à contrôler en raison de l'altitude élevée du soleil et profite de ce dernier en saisons froides. Cette orientation sera la plus optimale pour répondre à ses exigences.

Pour valider notre choix d'orientation optimale il est nécessaire de simuler les cas des orientations acceptables (Sud-Est et Sud-Ouest) et non recommander (Est et Ouest) pour évaluer l'impact de chacune de ses orientations sur le comportement thermique et visuel à l'intérieur du bureau.

## 5. Les protections solaires :

Le terme protection solaire inclut généralement tous les dispositifs visant à empêcher le rayonnement solaire d'atteindre le bâtiment afin de minimiser la surchauffe et de contrôler l'éblouissement lumineux. Contrôler ses gains solaires permet d'améliorer le confort thermique et visuel tout en assurant l'intimité des occupants.



**Figure III. 9 : Chaque orientation requiert une protection adaptée.(Source : Tareb,2004)**

(C.Flory) , dans la recherche d'une solution optimale du dimensionnement des protections solaires, plusieurs objectifs contradictoires s'opposent :

- Bloquer les gains solaires directs durant la saison chaude.
- Permettre une pénétration maximum du rayonnement solaire durant la saison froide.
- Contrôler l'éblouissement par jours clairs en diffusant l'éclairage dans l'espace ou en réfléchissant une partie vers le plafond par exemple
- Permettre simultanément la protection solaire et la ventilation naturelle.

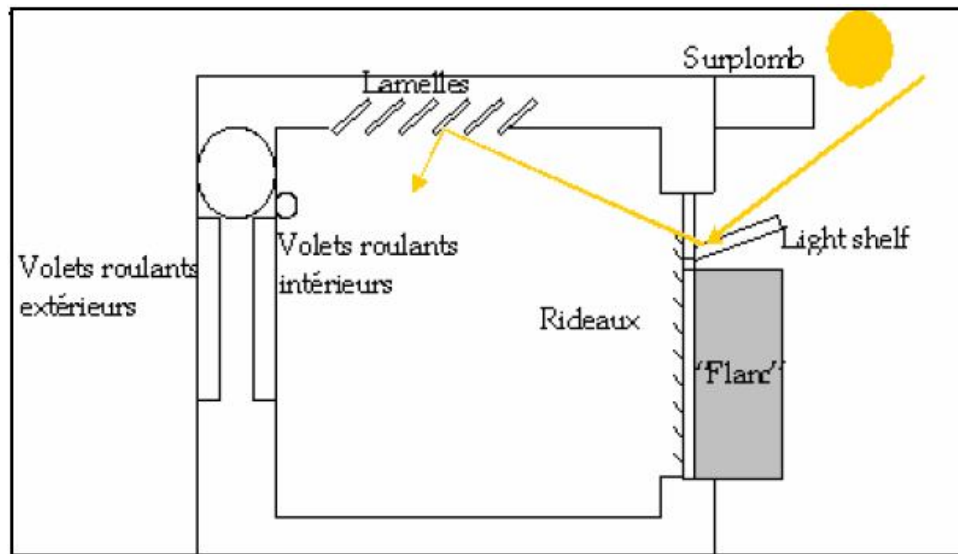


Figure III.10: Les dispositifs de protections solaires (Source : Flory,2000)

Généralement, une protection horizontale est utilisée pour les façades sud, contrairement aux orientations Est et Ouest où une protection verticale est plus appropriée. La plupart des protections fixes sont installées à l'extérieur du bâtiment afin de dissiper la chaleur du soleil absorbée par l'air extérieur. Le même dispositif installé à l'intérieur réduira son efficacité de 30% en moyenne. En effet, les dispositifs d'ombrage extérieurs dissipent la chaleur par convection et le rayonnement grande longueur d'onde. En revanche, les dispositifs internes dissipent la chaleur à l'intérieur du bâtiment.

Plusieurs dispositifs sont donc disponibles et correspondent à une typologie décrite dans le prochain paragraphe.

### 5.1. Modèles théoriques :

Il y a trois différents types de protections solaires : i) des protections liées à l'environnement, ii) les éléments architecturaux, et iii) les dispositifs de brise soleil.

#### 5.1.1. Les protections liées à l'environnement :

Par exemple les arbres et toute végétation ou plantation qui produise de l'ombre (Fig.III.11), ainsi que les bâtiments qui forment des écrans fixes pour le voisinage (Fig.III.12).

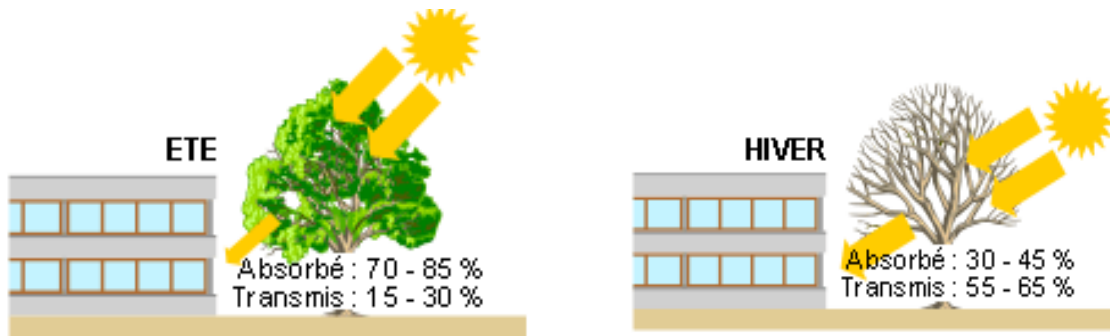


Figure III.11: Des végétations plantées à proximité du bâtiment peuvent participer à la gestion des apports solaires (Source: Energieplus ,2011)

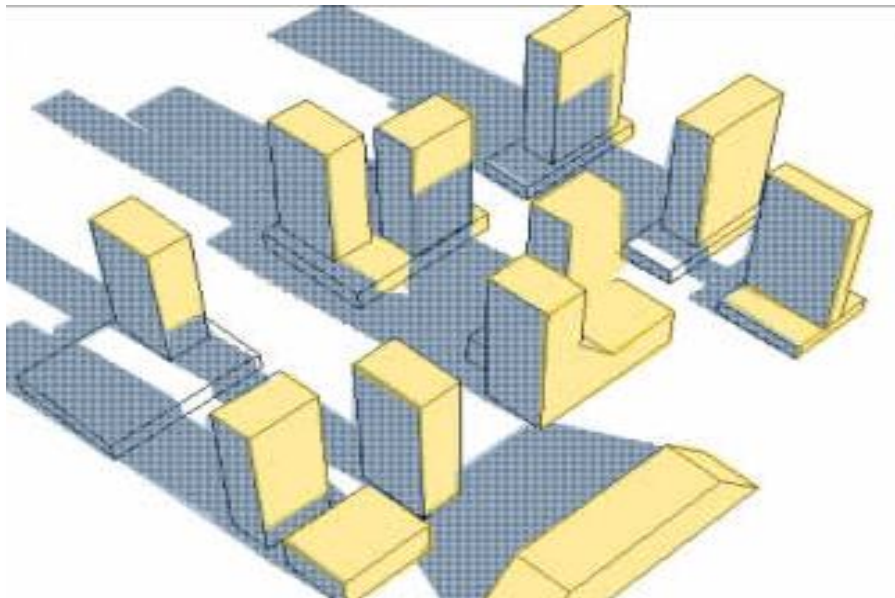


Figure III.12: Masque solaire créé par les bâtiments voisins assurent une protection contre l'ensoleillement direct. Source : Energieplus,2011)

### 5.1.2. Les éléments architecturaux :

C'est L'ombrage produit par la conception de la forme d'un bâtiment sur certaines de ses parois. Plusieurs éléments de façade participant a la définition architectural du bâtiment constituent des éléments d'ombrage, comme i) les balcons, ii) les arcades, iii) les surplombs des toitures, iv) les débordements latéraux.



**Figure III.13 : Les balcons, element d'ombrage**  
(source : [www.muides.over-blog.com](http://www.muides.over-blog.com))



**Figure III.14 : les arcades qui joue au chat et la souris avec l'ombre et le soleil**  
(source : <http://jetraine.canalblog.com>)



**Figure III.15 : Les débordements latéraux, du palais d'Alvorada .Oscar Niemeyer (Source: <http://www.lefigaro.fr> )**

### **5.1.3 .Les dispositifs de brise soleil :**

#### **5.1.3.1. Brise-soleil extérieurs fixes :**

Les dispositifs de brises soleil extérieurs sont définis par la géométrie solaire, chaque façades présente une stratégie différente d'occultation :

- La façade Sud procure une lumière mois constante que l'orientation Nord, mais relativement stable et facile à contrôler en raison de l'attitude élevé du soleil. Cette façade requiert des brises soleil constitués d'éléments horizontaux ou légèrement inclinés (Fig.III.16)

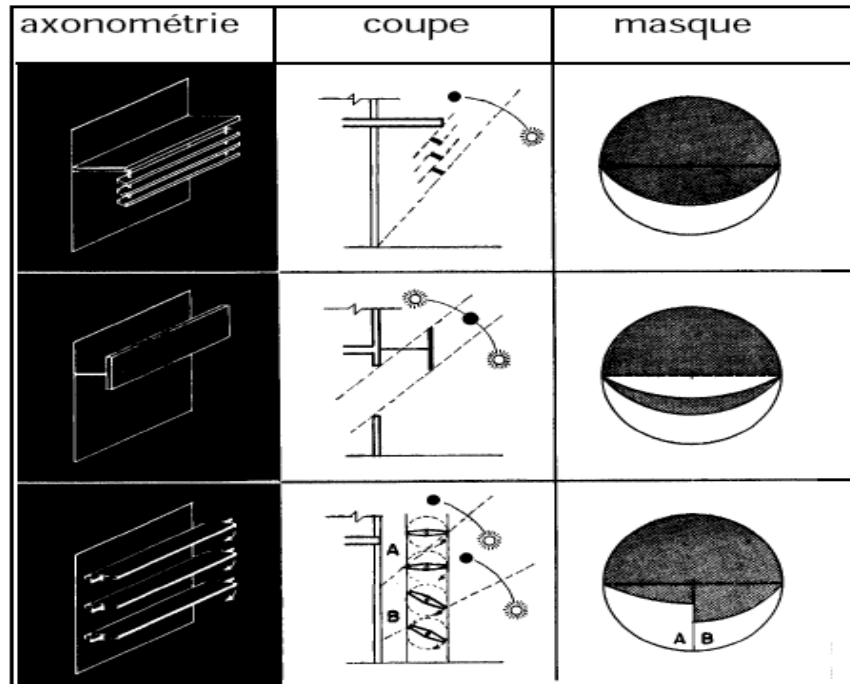


Figure III.16 : Exemples de brises soleil type horizontale (source : Olgyay,1963)

- La façade Est et Ouest demeurent de véritables défis d'occultations pour les concepteurs à cause la faible altitude de soleil et le grand angle d'incidence du soleil. Les plans verticaux permettent l'occultation de ces façades (Fig.III.17).
- Pour les façades Sud-Est et Sud-Ouest, une combinaison d'éléments horizontaux et verticaux est habituellement recommandée (Fig.III.18).

### 5.1.3.2. Dispositif de protection solaire ajustable ou mobile :

Les dispositifs de protection solaire ajustables ou mobiles peuvent être situés à l'extérieur, à l'intérieur, ou entre les vitres d'un double ou triple vitrage. Les systèmes ajustables sont le

plus souvent utilisés à l'intérieur, où les manipulations sont les plus faciles. Cependant on peut rencontrer de tels dispositifs placés à l'extérieur dans certains cas.

Un système ajustable extérieur peut être manipulé pour admettre ou au contraire empêcher la lumière du soleil de pénétrer quand cela est nécessaire Ils sont particulièrement efficaces en particulier pour les ensoleillements directs (Fig.III.19).

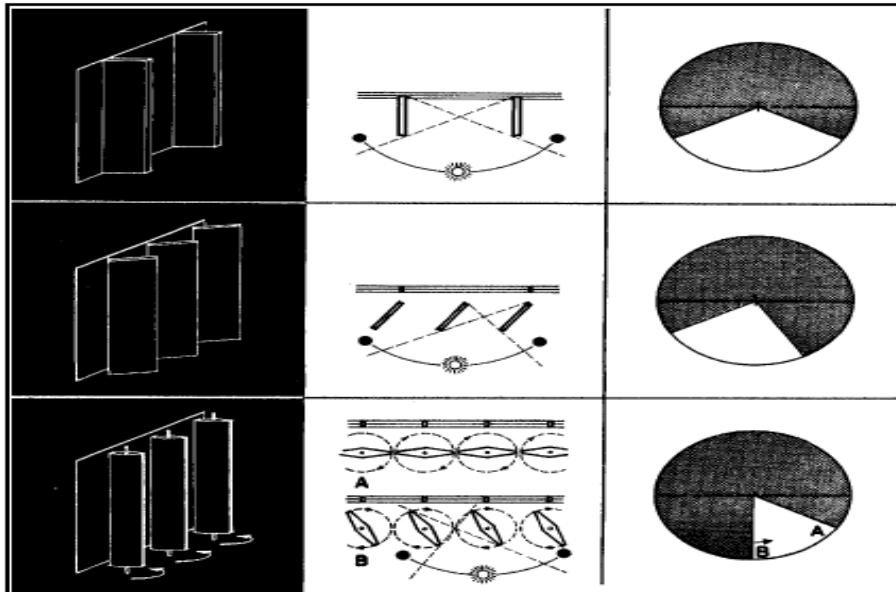


Figure III.17 : Exemples de brises soleil type verticale (source : Olgyay,1963)

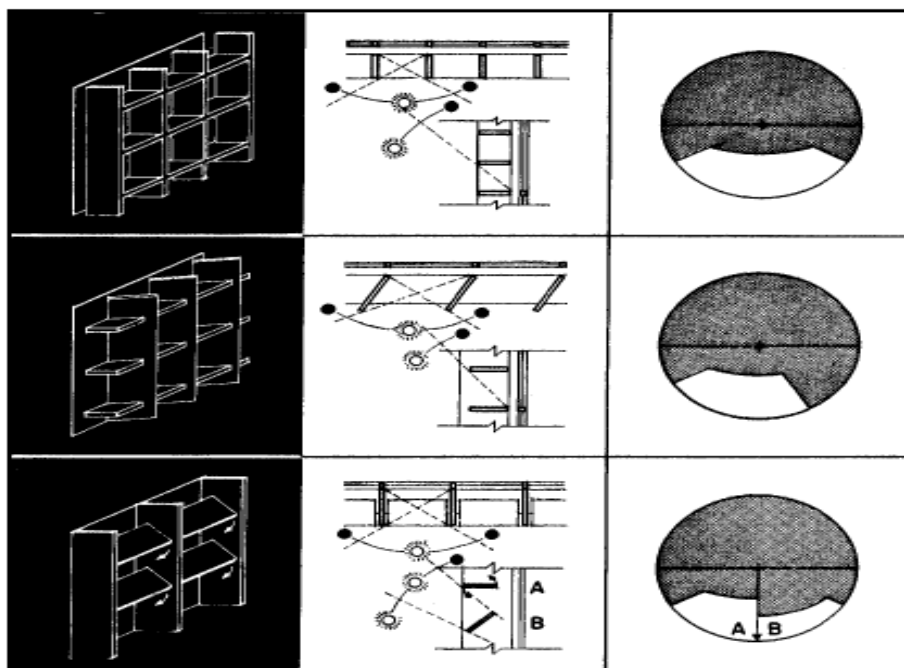


Figure III.18 : Exemples de brises soleil type combinés (source : Olgyay,1963)

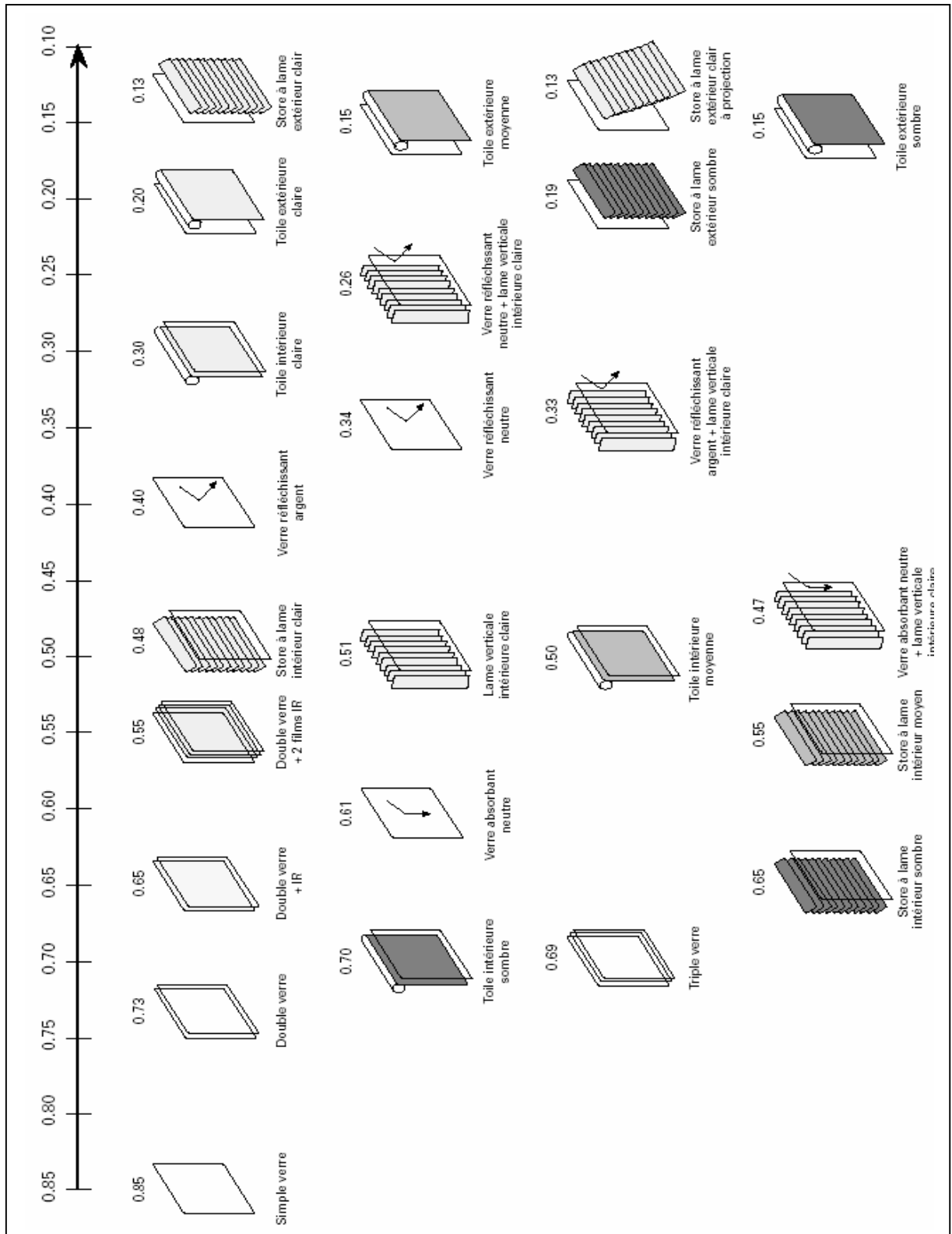


Figure III.19 : Exemples de protections solaires mobiles classées selon leur transmission énergétique. (source : Pacer,1996)



## 6. Calcule des protections solaires :

Dans les milieux aride et semi-aride, le rôle de la façade en tant qu'enveloppe de la construction, est ' de modérer les effets calorifiques dus au rayonnement solaire sur la structure et à l'intérieur du bâtiment .L'ombrage de surfaces opaques et vitrées de la façade serait autant une solution optimale pour la protection contre l'effet des radiations solaires. (voir section ;3.2 chap II).

Notre choix a été porté sur trois orientations qui représentent l'ensemble de la course du soleil : i) orientation Est, i) orientation Sud et iii) orientation Sud Ouest. Chaque orientation présente une stratégie d'occultation (Fig.III.20).

Ces protections extérieures fixes 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. (Voir Annexe A). Les protections solaires adoptées sont (l'auvent 'unique', l'auvent 'subdivisé' ,le light-shelf' ,les flancs' et le 'Nid d'abeille' (Fig.III.21,III.22,III.23,III.24,III.25).

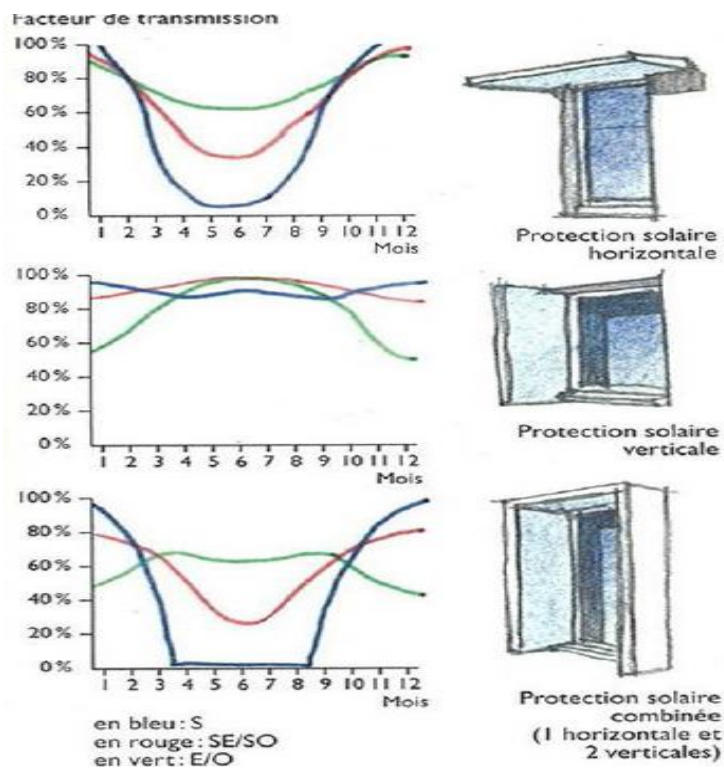


Figure III.20 : Efficacité de différents système de protection solaires fixes, en fonction de l'orientation (Source : [www.solarpro.ch](http://www.solarpro.ch))

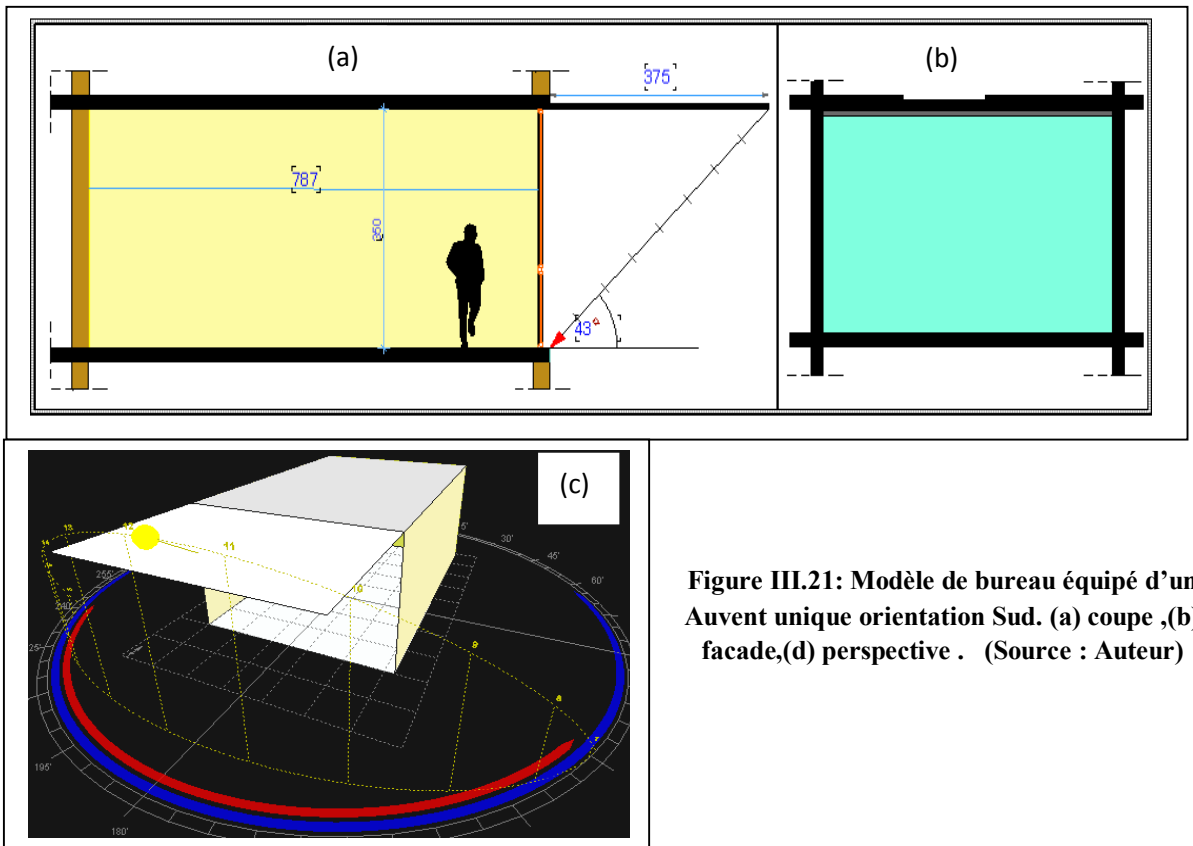


Figure III.21: Modèle de bureau équipé d'un Auvent unique orientation Sud. (a) coupe ,(b) facade,(d) perspective . (Source : Auteur)

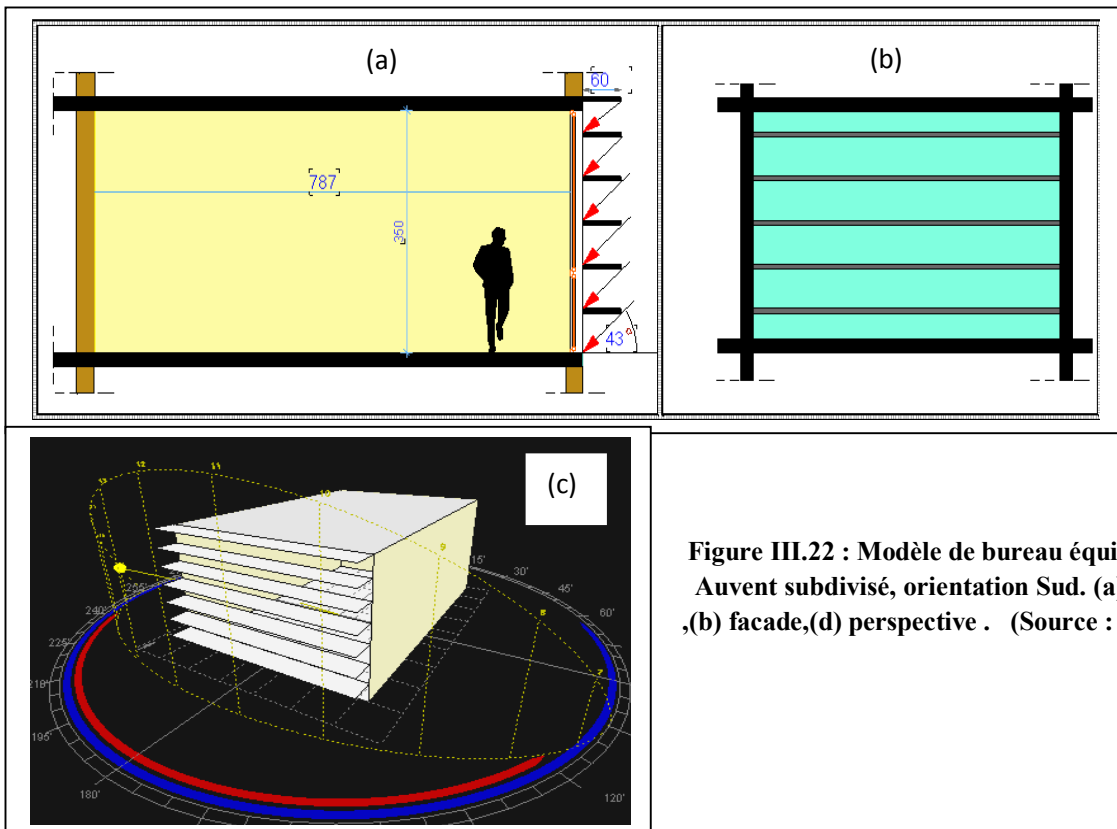


Figure III.22 : Modèle de bureau équipé d'un Auvent subdivisé, orientation Sud. (a) coupe ,(b) facade,(d) perspective . (Source : Auteur)

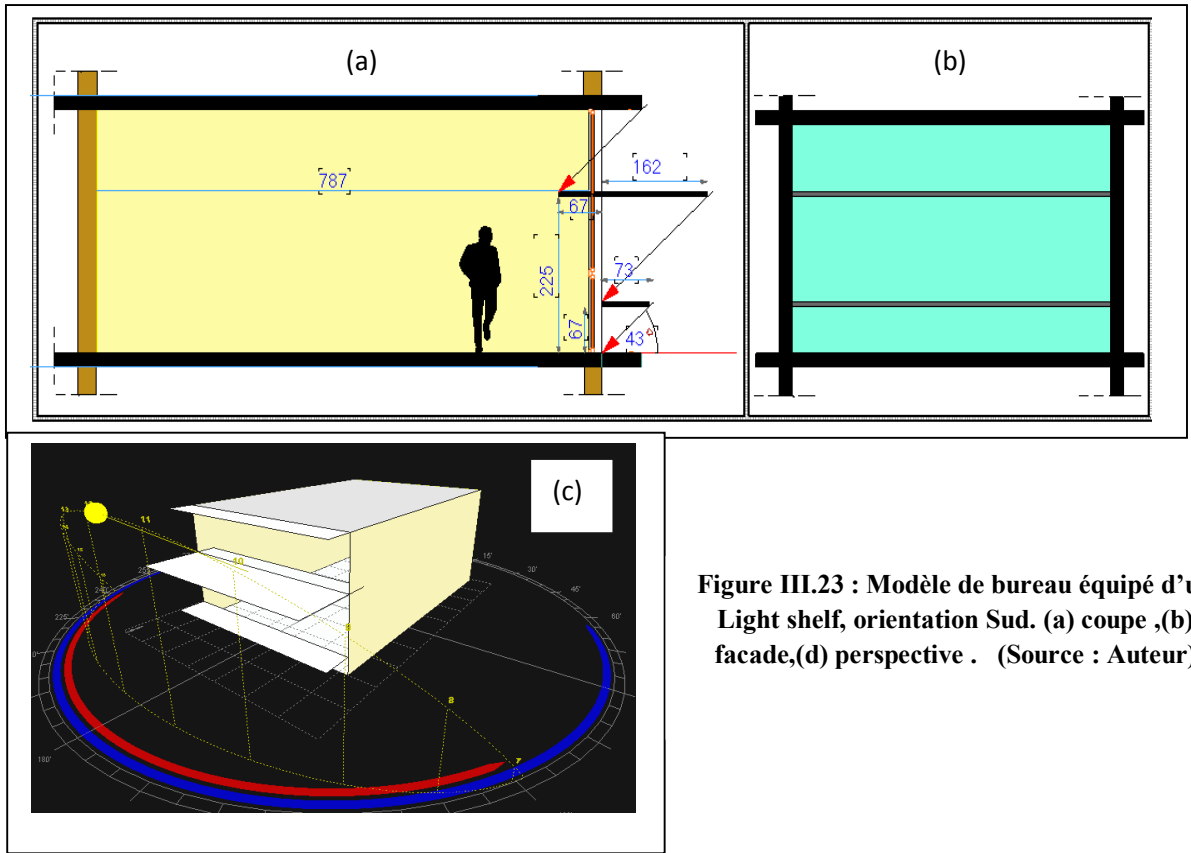


Figure III.23 : Modèle de bureau équipé d'un Light shelf, orientation Sud. (a) coupe ,(b) facade,(d) perspective . (Source : Auteur)

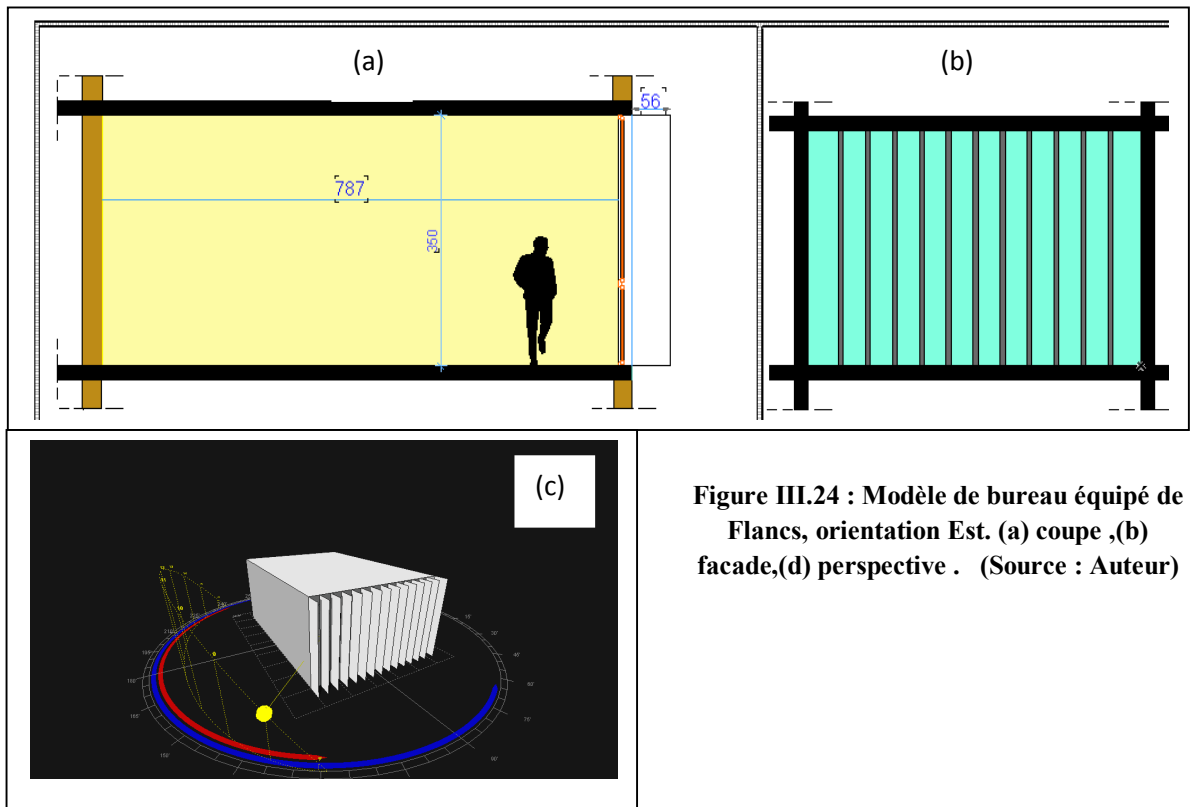
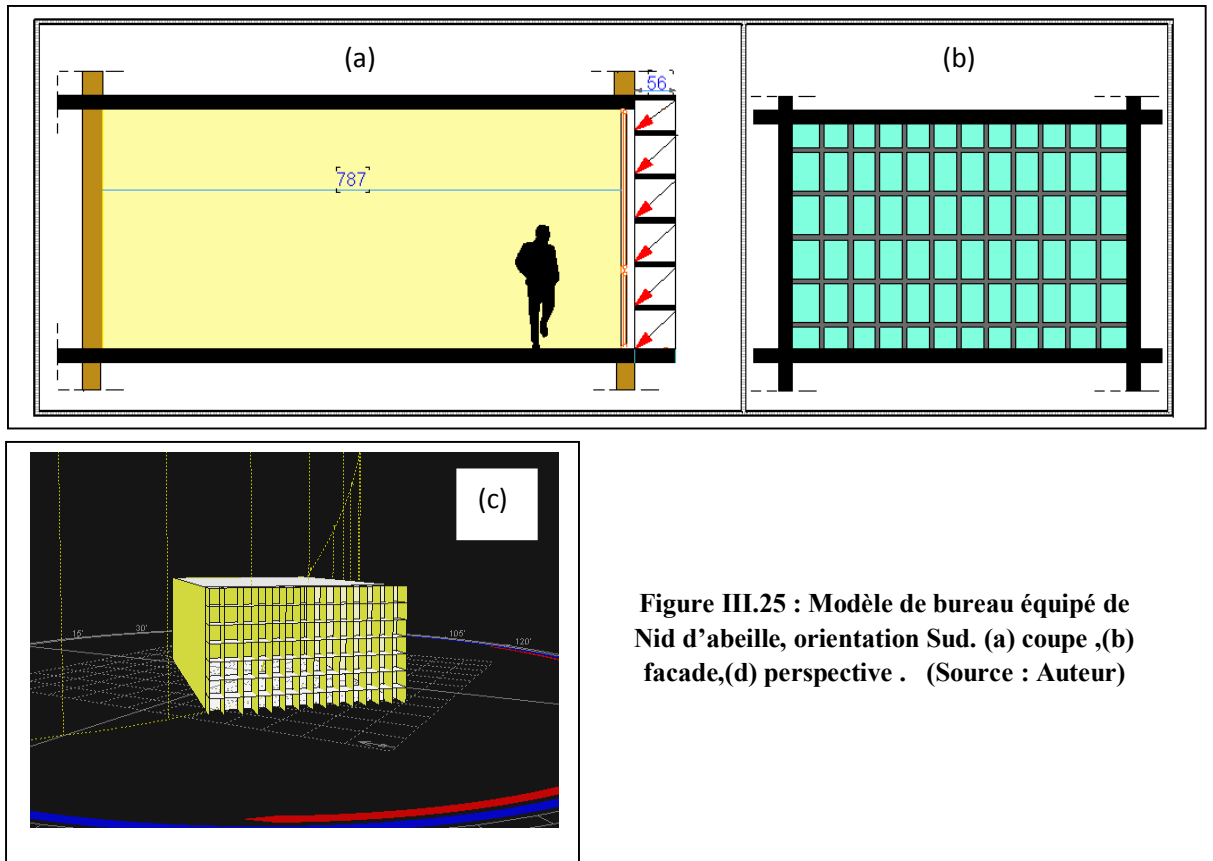


Figure III.24 : Modèle de bureau équipé de Flancs, orientation Est. (a) coupe ,(b) facade,(d) perspective . (Source : Auteur)



**Figure III.25 : Modèle de bureau équipé de Nid d'abeille, orientation Sud. (a) coupe ,(b) facade,(d) perspective . (Source : Auteur)**

## 7. Conclusion :

Les caractéristiques géométriques photométriques et dispositifs d'occultations appropriées de notre modèle expérimentale viennent d'être établis. Ce fût le cas, également des conditions du site. Tous ses éléments ont été déterminés pour le cas du contexte de cette recherche.

Le comportement de notre modèle de bureau aux aspects de la lumière naturelle, aux aspects thermiques, et la vue sur l'extérieur seront présentés dans les prochains chapitres.