

Construction d'un gymnase bioclimatique

Campus du Tampon



Rendu APS

Août 2025

MAÎTRISE D'OUVRAGE
Université de la Réunion

MAÎTRISE D'OEUVRE

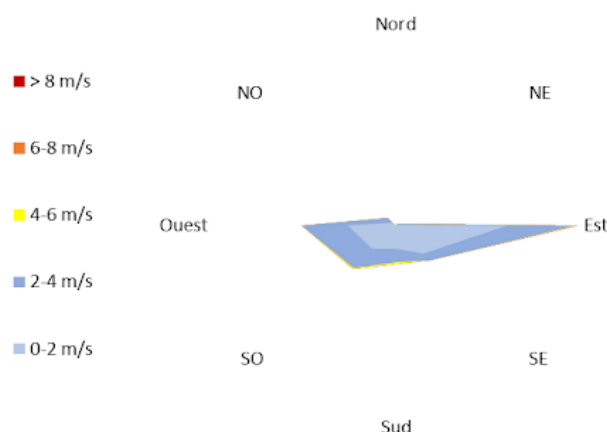
<u>Architecte</u> <u>mandataire</u> CO-ARCHITECTES	<u>BET</u> <u>Structure</u> <u>béton</u> FORT Ingénierie	<u>BET Structure bois</u> Gaujard Technologies	<u>BET Fluides</u> INSET
<u>BET VRD</u> ALTER Ingénierie	<u>BET Paysage</u> ADHOC	<u>BET BIM</u> EPIGRAM	<u>BET QE</u> IMAGEEN

PIÈCE	N°
GBT-APS 16 - NOTE - QE 01-ETUDE AERAIQUE ET THERMIQUE	16

1. Contextes climatiques

Les données du fichier météo utilisé pour toutes les simulations de ce projet proviennent de la station de météo du Campus du tampon sur l'année 2024.

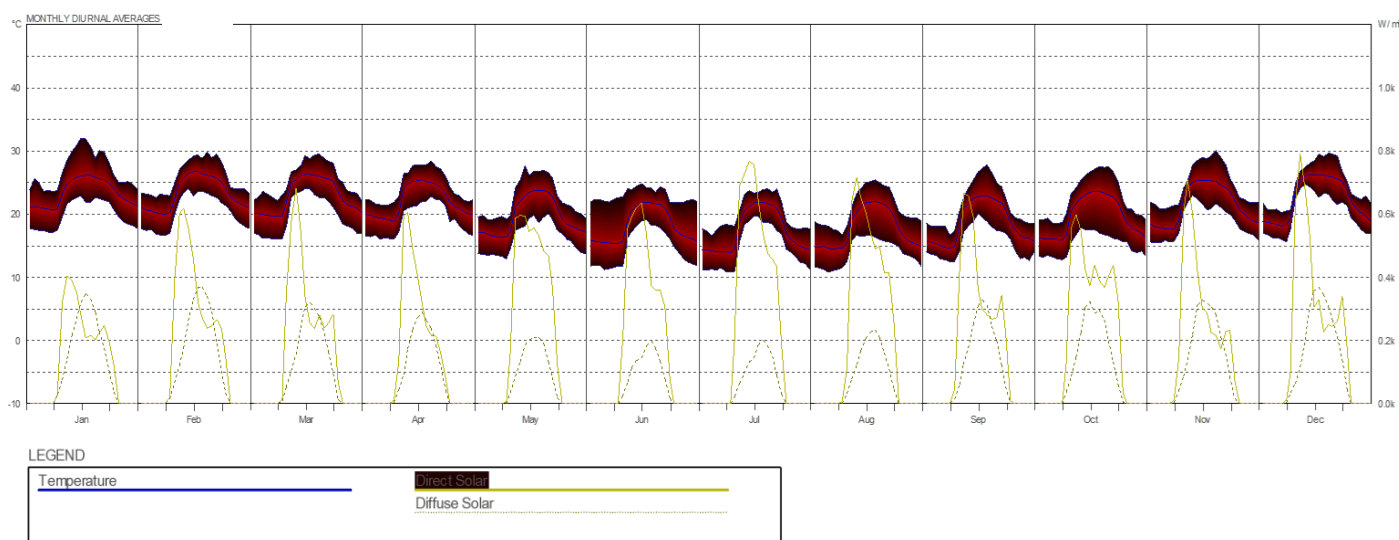
1.1. Vents sur site :



La rose des vents du fichier météo du campus sur l'année 2024 montre la présence d'un régime de vent de secteur Est et de secteur Ouest à Sud-Est. La vitesse de vent moyenne est de 1,6 m/s avec une fréquence de l'ordre de 30% pour les gammes de vents de 0m/s à 1 m/s, de 1m/s à 2m/s et de 2 m/s et 3m/s. La fréquence où les vitesses de vents sont supérieures à 4 m/s est de l'ordre de 1%.

A la phase APS, l'analyse aéraulique se fera particulièrement sur les directions 90° et 270°. A la phase APD des simulations supplémentaires sur les autres directions pourront être réalisées présentés.

1.2. Température d'air extérieure et ensoleillement

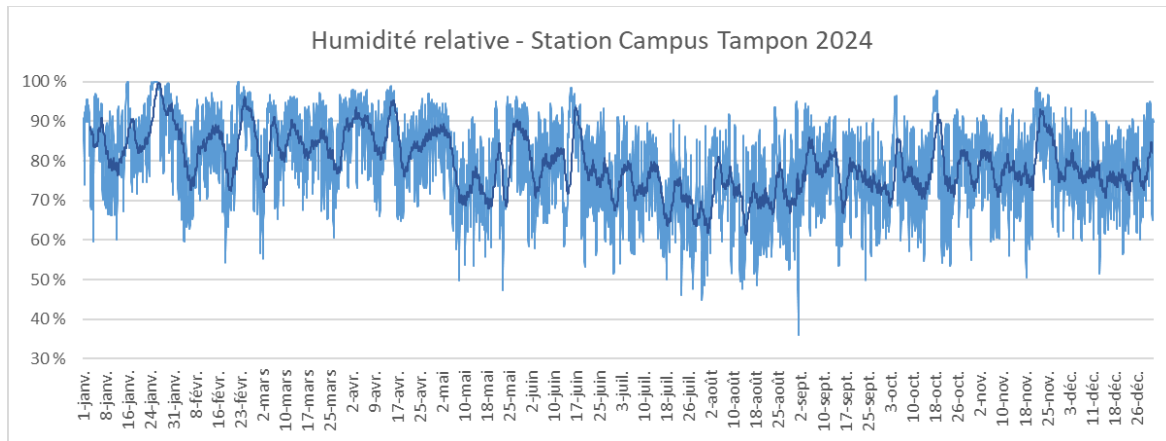


L'évolution annuelle de la température de l'air varie en été entre 18 et 25°C avec des maxima pouvant atteindre ponctuellement les 30°C. En hiver les températures sont relativement basses puisqu'elles varient entre 15 et 22°C avec des minima pouvant descendre 10°C.

La conception doit donc tenir compte du confort thermique d'été (chaud) mais également du confort d'hiver (froid).

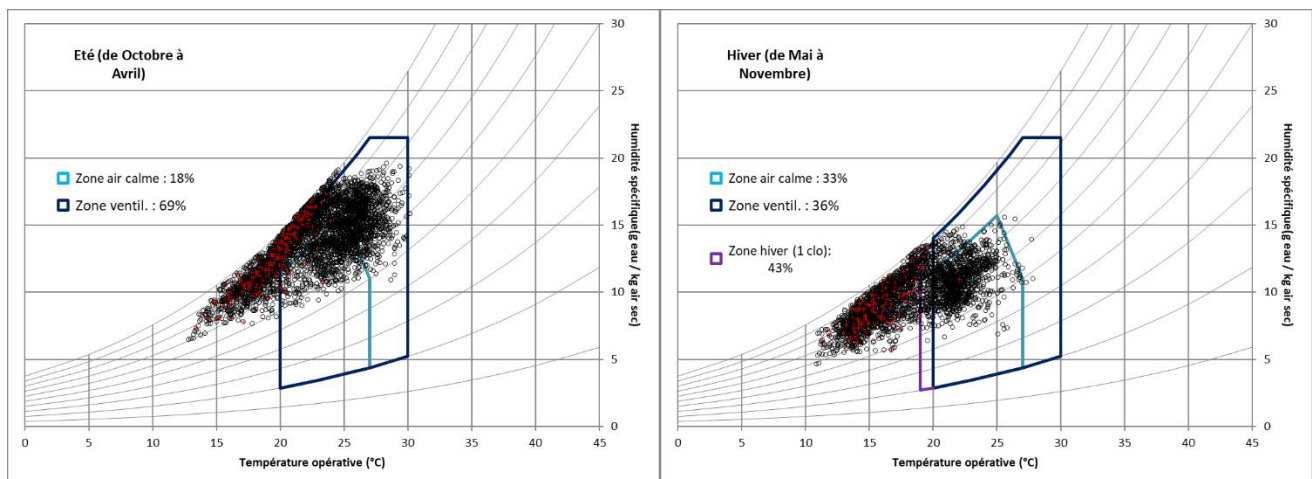
Le rayonnement solaire journalier est plus important l'hiver que l'été à cause de la couverture nuageuse à mi-journée en saison des pluies.

1.3. Humidité relative

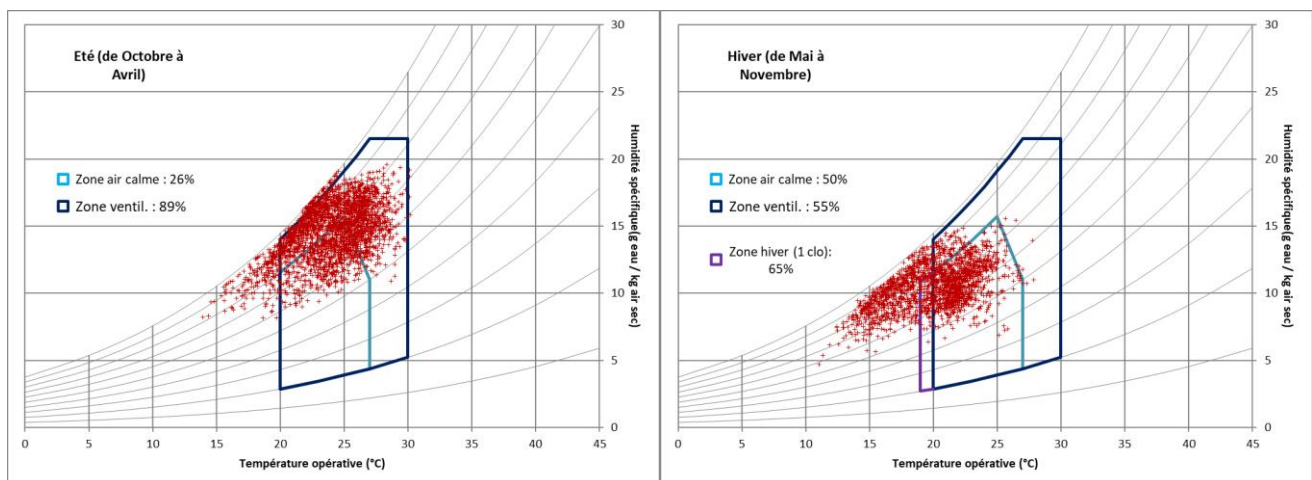


Fort taux d'humidité toute l'année avec 80% à 90% d'humidité relative en été et 65 à 80% en hiver.

- Diagramme de confort sur l'ensemble des données :



- Diagramme de confort sur la période d'occupation (7h – 21h)



La représentation des conditions climatiques sur le diagramme de confort montre qu'en hiver l'inconfort froid est important puisque le confort thermique n'est assuré qu'à hauteur de 65% du temps d'occupation.

Cet inconfort est également visible en période estivale principalement les matinée du mois d'octobre. C'est sur la base de ce constat que la conception du projet privilégie les apport de chaleur des les bureaux, salles de formation et le gymnase en limitant l'efficacité de la protection solaire de la façade nord à la période d'été et en favorisant l'apport de chaleur l'hier.

2. Aptitude du bâtiment à favoriser de bonnes conditions de confort hygrothermique

La conception thermique du gymnase respectera en partie les préconisations du référentiel PERENE pour une implantation à cette altitude (> 500 m).

- Les températures estivales peuvent être chaudes en été avec des températures avoisinants les 30°C.
- Les températures hivernales peuvent être inconfortables particulièrement le matin (ex : température de 14 °C à 8h au mois de juin).

La conception du projet a pour objectif de créer des conditions de confort passif en été mais également en hiver.

Période estivale

La conception prévoit la mise en œuvre de protection solaire sur les baies orientées au Sud, Est et ouest pour limiter les apports solaires dans les locaux. Les salles fonctionneront en ventilation naturelle avec une porosité des locaux supérieure à 20%. Des brasseurs d'air sont également prévus pour assurer le confort durant les périodes les plus chaudes et/ou lorsque les vitesses de vents seront moins importants.

Période hivernale

Les baies et parois de la façade Nord ne sont pas ou peu protégées. Au niveau du gymnase l'absence de protection solaire permet l'apport de chaleur dans les circulations et ainsi améliorer les conditions de températures dans le gymnase grâce à un réchauffement de la température de l'air intérieur. Les baies des bureaux et des salles de formations ne sont pas complètement protégées afin d'assurer un apport solaire en période hivernale. Des stores intérieurs sont prévus dans ces espaces pour limiter les gênes liées au rayonnement solaire direct et l'éblouissement tout en augmenter la surchauffe dans le local en hiver.

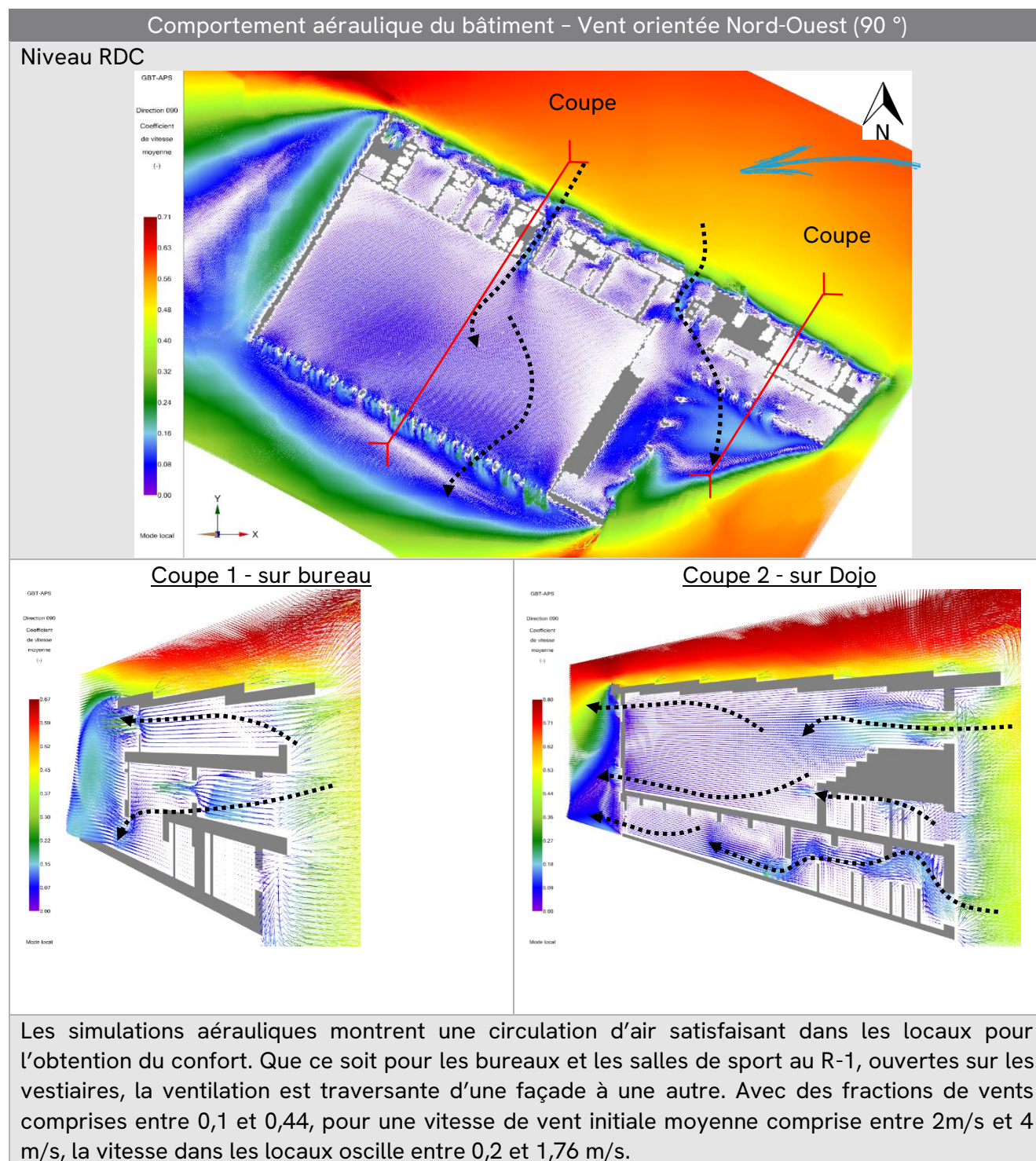
L'ensemble des toitures sera isolé. L'épaisseur d'isolant, de 10 cm, a été évaluée sans tenir compte de celle du traitement acoustique interne, l'objectif étant de supprimer les risques de condensation dans la salle et entre les isolants.

La conception bioclimatique envisagée, le respect aux spécifications PERENE ainsi que les conditions climatiques favorables du site permettront aux usagers de se sentir en confort thermique en été et en hiver avec un recours à un système de traitement d'air. Le principe de fonctionnement envisagé :

- Fonctionnement en ventilation naturelle en été
- Fonctionnement partiellement ouvert voir fermé en début de journée et traitement passif sur les mois d'hiver.

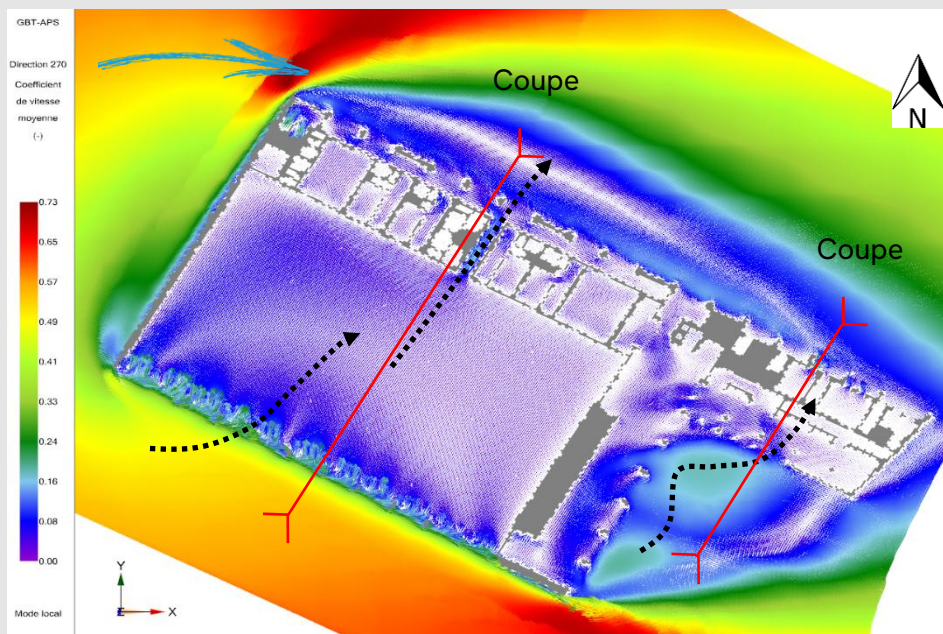
3. Ventilation des locaux

3.1. Comportement aéraulique

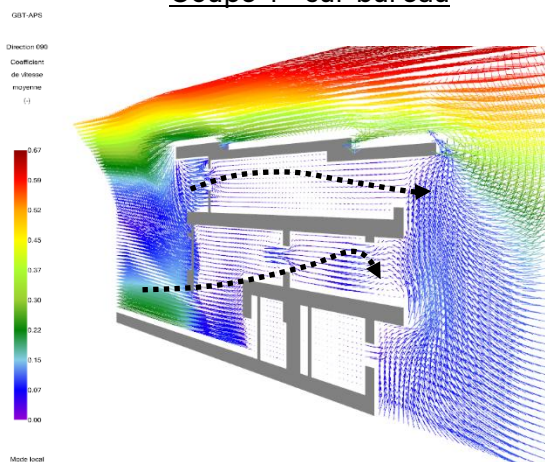


Comportement aéraulique du bâtiment - Vent orientée Nord-Ouest (270 °)

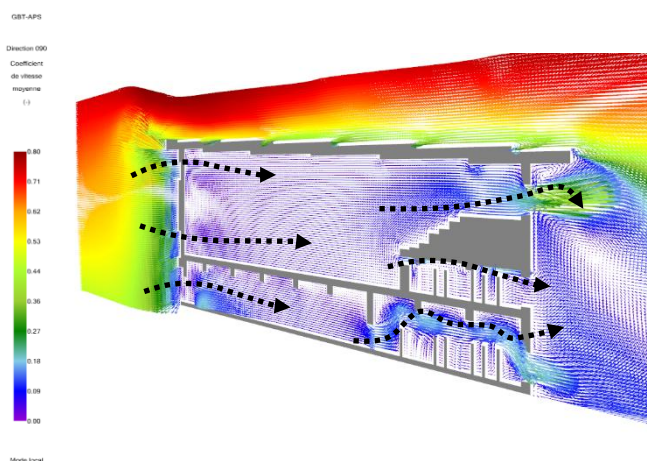
Niveau RDC



Coupe 1 - sur bureau



Coupe 2 - sur Dojo



De même pour les vents orientés Est, avec les aménagements prévus sur le projet, la ventilation se fait de manière correcte d'une façade à une autre. Avec des fractions de vents comprises entre 0,1 et 0,44, pour une vitesse de vent initiale moyenne comprise entre 2m/s et 4 m/s, la vitesse dans les locaux oscille entre 0,2 et 1,76 m/s.

3.2. Porosité des locaux

La ventilation des locaux est assurée majoritairement par de grandes jalousies.

La conception permet une ventilation traversante des différents locaux du bâtiment et d'assurer une porosité minimale de 20%.

Afin de permettre une aération traversante des salles de sport du R-1, le cloisonnement des vestiaires ne se fait pas sur toute la hauteur.

Au RDC, la mise en place de jalousies en partie haute de la cloison séparant les vestiaires et le terrain permet d'optimiser la ventilation.

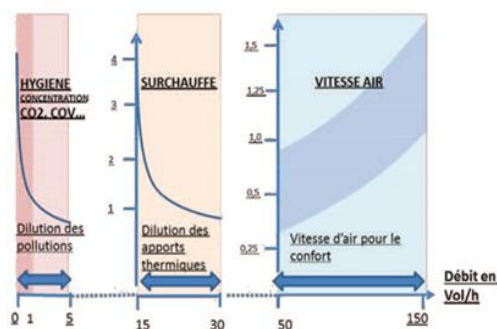
Au R+1, l'ouverture des locaux donne sur le hall permettant ainsi d'assurer une ventilation traversante des bureaux.

Type	Façade	Surface de la façade	Exigence programme 20% façade	Surface d'ouverture projet	Taux porosité projet
Espace musculation	1	67,10 m ²	13,42 m ²	15,19 m ²	23%
	2	67,10 m ²	13,42 m ²	29,50 m ²	44%
Espace judo	1	70,35 m ²	14,07 m ²	14,18 m ²	20%
	2	70,35 m ²	14,07 m ²	31,84 m ²	45%
Espace fitness/danse	1	67,54 m ²	13,51 m ²	14,16 m ²	21%
	2	67,54 m ²	13,51 m ²	33,60 m ²	50%
Terrain	1	169,80 m ²	33,96 m ²	41,40 m ²	24%
	2	494,50 m ²	98,90 m ²	152,60 m ²	31%
Hall	1	111,15 m ²	22,23 m ²	24,32 m ²	22%
	2	37,62 m ²	7,52 m ²	10,76 m ²	29%
Bureau R+1	1	51,57 m ²	10,31 m ²	14,80 m ²	29%
	2	111,15 m ²	22,23 m ²	24,32 m ²	22%
	int	51,57 m ²	10,31 m ²	21,06 m ²	41%
Salle d'analyse et vidéo	1	58,85 m ²	11,77 m ²	12,42 m ²	21%
	2	31,00 m ²	6,20 m ²	9,06 m ²	29%
Bureau encadrant	1	13,32 m ²	2,66 m ²	3,47 m ²	26%
	2	21,96 m ²	4,39 m ²	4,74 m ²	22%
Salle de formation 1	1	15,10 m ²	3,02 m ²	8,22 m ²	54%
	2	18,70 m ²	3,74 m ²	3,95 m ²	21%
Salle de formation 2	1	16,92 m ²	3,38 m ²	8,22 m ²	49%
	2	15,84 m ²	3,17 m ²	5,42 m ²	34%

3.3. Renouvellement d'air

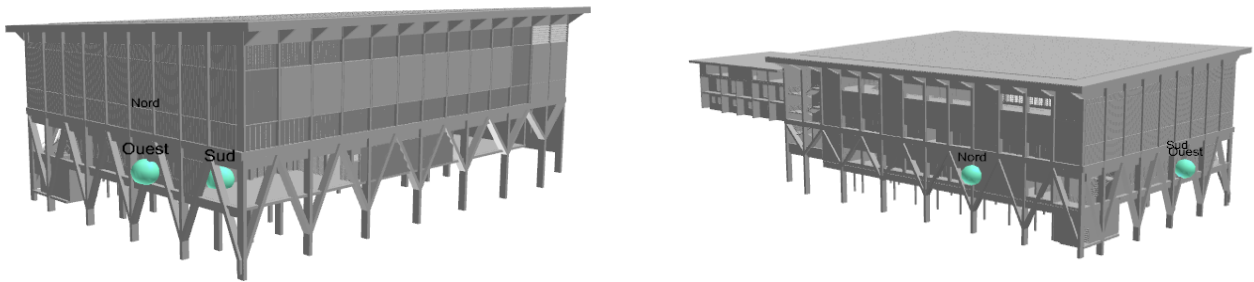
Les simulations sont réalisées en ventilation naturelle sur toute l'année (baies ouvertes).

En ventilation naturelle, il est essentiel de garantir un taux de renouvellement d'air pour évacuer les charges internes et assurer une vitesse d'air. A partir de 30 vol/h, la ventilation permet d'évacuer les charges thermiques accumulées à l'intérieur de la pièce (transmission de chaleur à travers les parois, apports de chaleurs des personnes et équipements, etc.) et permet donc un fonctionnement en ventilation naturelle.



Salle de musculation

Représentation des ouvrants



Coefficient de pression

Façade Sud

Orientation des vents	Coeff pression de
0°	-0,66
45°	-0,34
90°	-0,37
120°	-0,18
135°	0,12
180°	0,55
225°	0,35
270°	-0,45
315°	-0,66

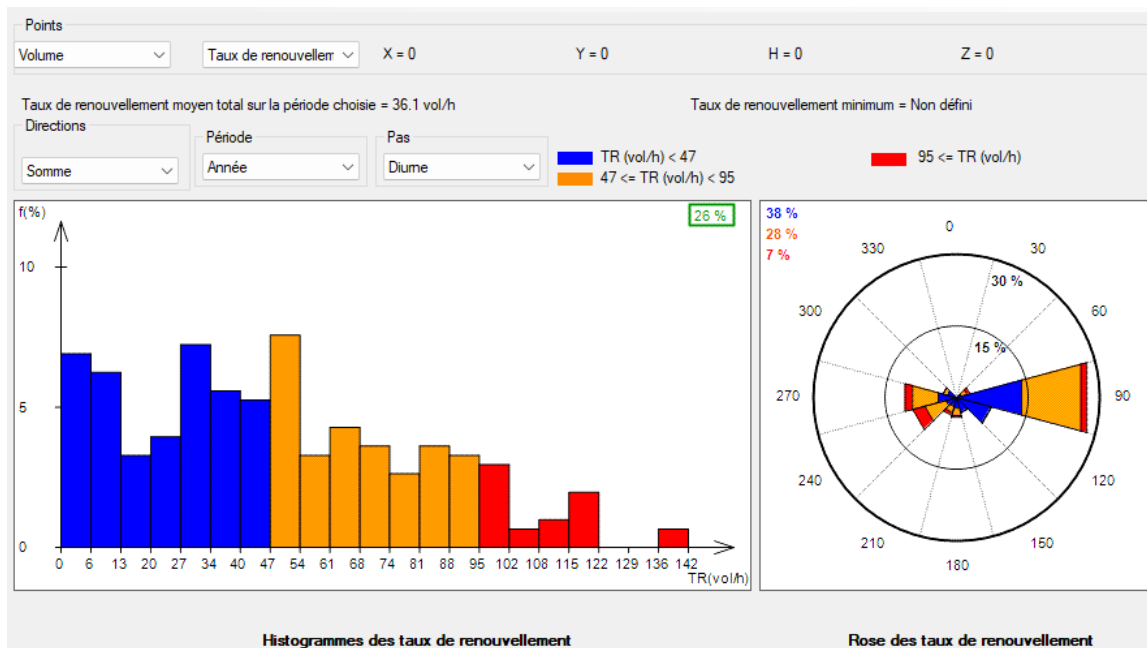
Façade Ouest

Orientation des vents	Coeff pression de
0°	-0,10
45°	-0,52
90°	-0,37
120°	-0,32
135°	-0,60
180°	-0,27
225°	0,54
270°	0,50
315°	-0,10

Façade Nord

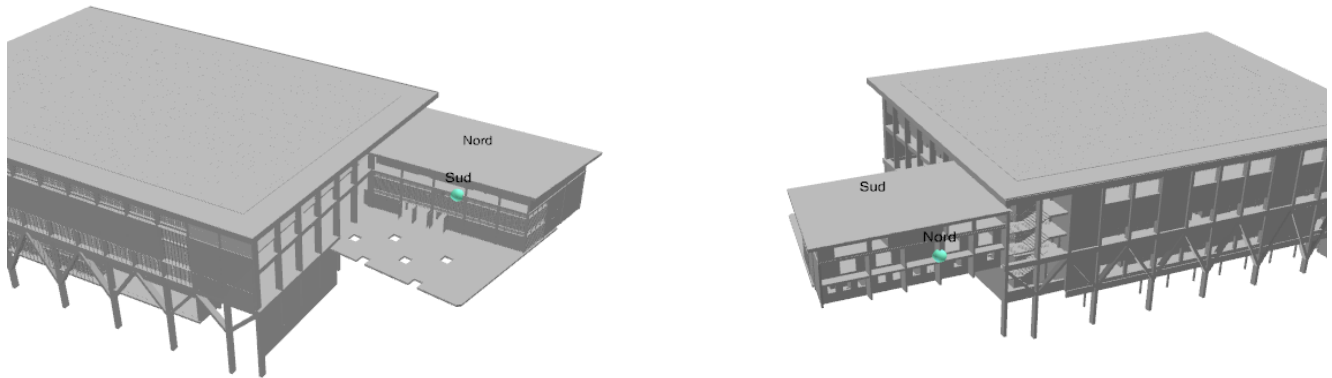
Orientation des vents	Coeff pression de
0°	0,55
45°	0,47
90°	0,05
120°	-0,32
135°	-0,35
180°	-0,50
225°	-0,55
270°	-0,08
315°	0,55

Taux de renouvellement d'air



Taux de renouvellement de 36,1 vol/h

Représentation des ouvrants



Coefficient de pression

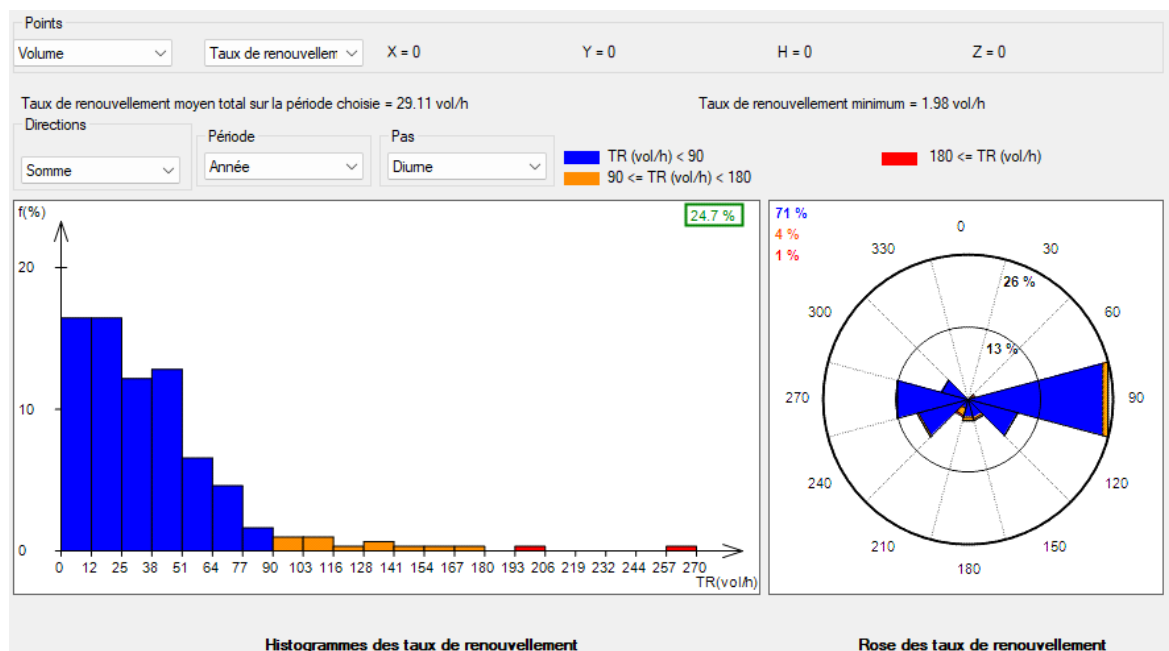
Façade Sud

Orientation des vents	Coeff de pression
0°	-0,44
45°	-0,42
90°	0,10
120°	0,57
135°	0,74
180°	0,15
225°	-0,35
270°	-0,40
315°	-0,44

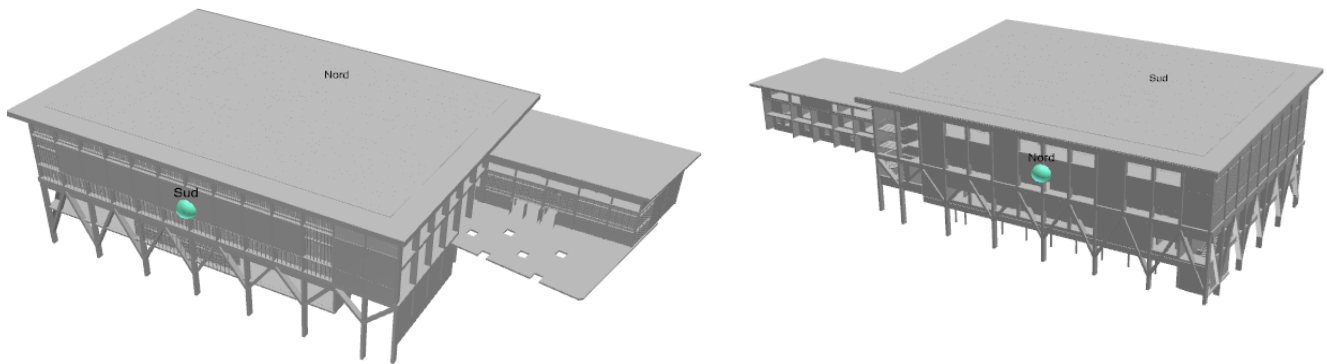
Façade Nord

Orientation des vents	Coeff de pression
0°	0,30
45°	0,72
90°	0,34
120°	-0,27
135°	-0,66
180°	-0,37
225°	-0,32
270°	-0,15
315°	0,30

Taux de renouvellement d'air



Représentation des ouvrants



Coefficient de pression

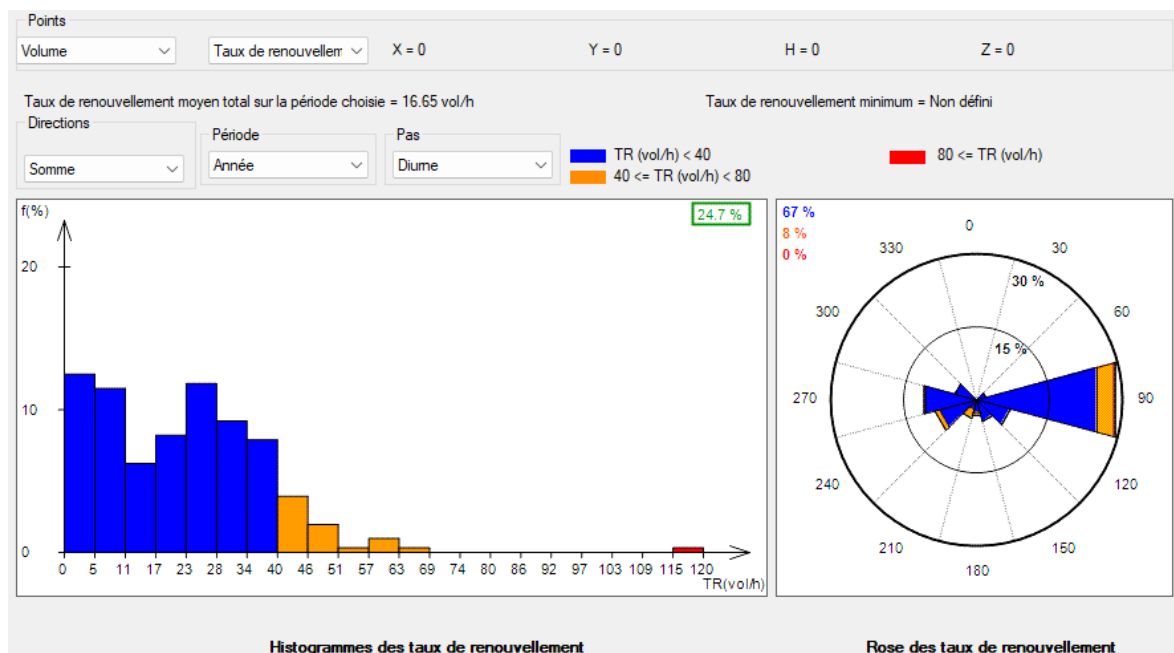
Façade Sud

Orientation des vents	Coeff de pression
0°	-0,59
45°	-0,39
90°	-0,55
120°	-0,13
135°	0,57
180°	0,72
225°	0,12
270°	-0,47
315°	-0,59

Façade Nord

Orientation des vents	Coeff de pression
0°	0,55
45°	0,66
90°	0,17
120°	-0,37
135°	-0,39
180°	-0,44
225°	-0,52
270°	-0,12
315°	0,55

Taux de renouvellement d'air

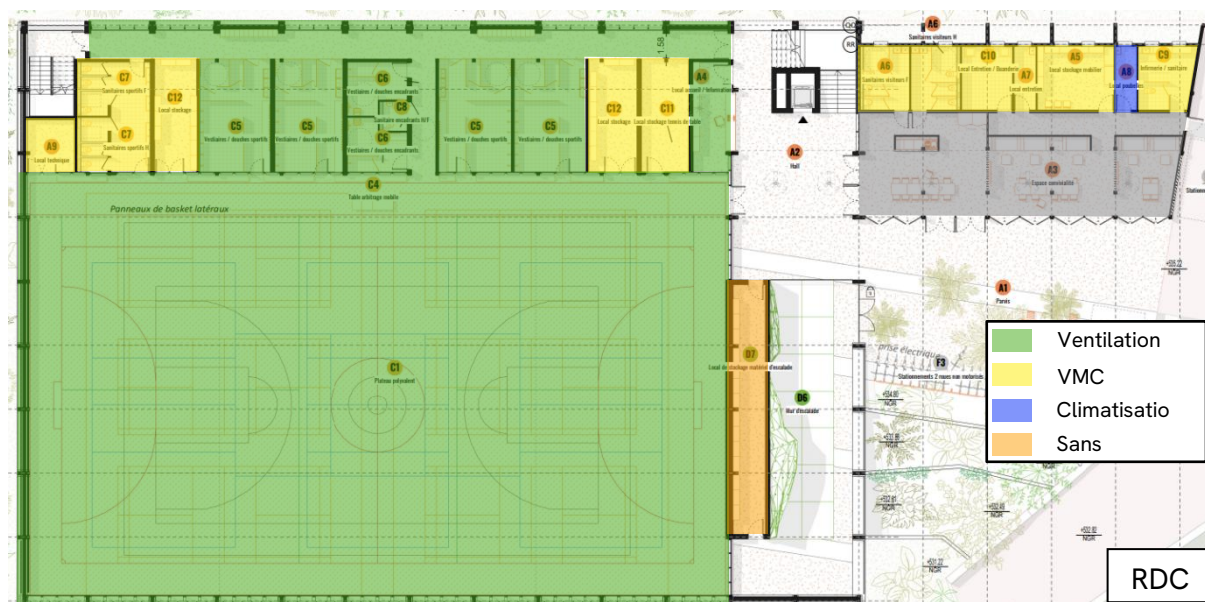


4. Zonage thermique

La majorité du projet fonctionne en ventilation naturelle.

L'intégralité des sanitaires, l'infirmerie ainsi que les locaux techniques et de stockage seront équipés de ventilation mécanique contrôlée.

Le local poubelle sera la seule zone climatisée.



5. Simulation thermique dynamique

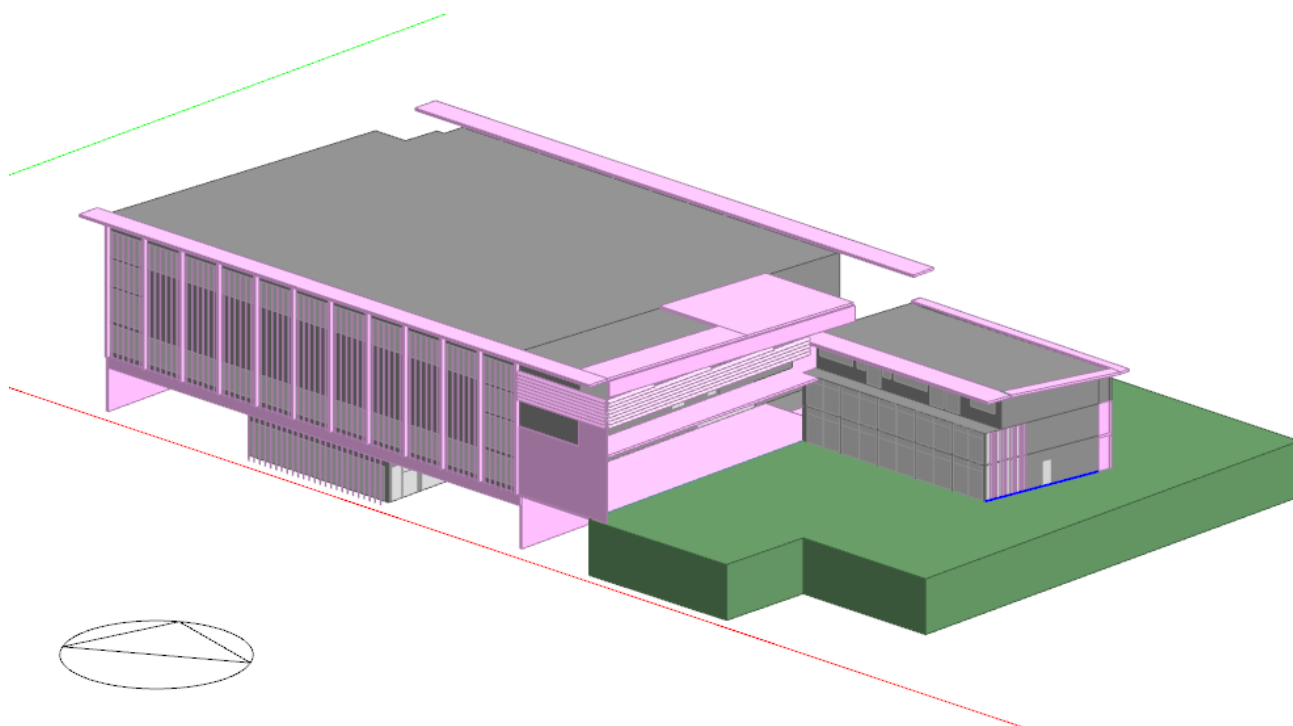
La modélisation sous Design Builder permettra d'évaluer les conditions thermiques au sein de différents locaux et de quantifier le nombre de point hors de la zone de confort.

Il a été procédé, pour la simulation :

- A la modélisation suivant les plans (phase APS) ;
- A la caractérisation des éléments du bâti (parois, toiture et vitrage) ;
- A la caractérisation des ratios de puissance installée pour les équipements, issues des estimations du bureau d'étude fluide.
- Au paramétrage des plannings de fonctionnement des équipements et d'occupation du bâtiment (hypothèses validées avec le MOA).

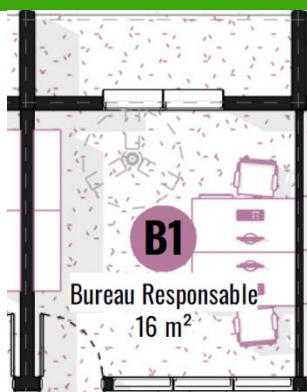
Les hypothèses et données utilisées pour les simulations sont les suivantes :

- Fichier météo : Tampon Campus 2024
- Parois : Bardage avec isolant
- Vitrages : Baie montée en simple vitrage
- Toitures : Toiture isolées avec 10 cm d'isolant



Sur la période hivernale, la simulation tient compte que les usagers agissent sur les ouvertures des baies lorsque la température excèdent 24°C.

GBT- R+1 -Bureau resp



Dimensions :

Surface au sol : 16 m²

Hsp : 2,7 m

Charges internes :

Occupants : 1 pers

Appareils : 250 w

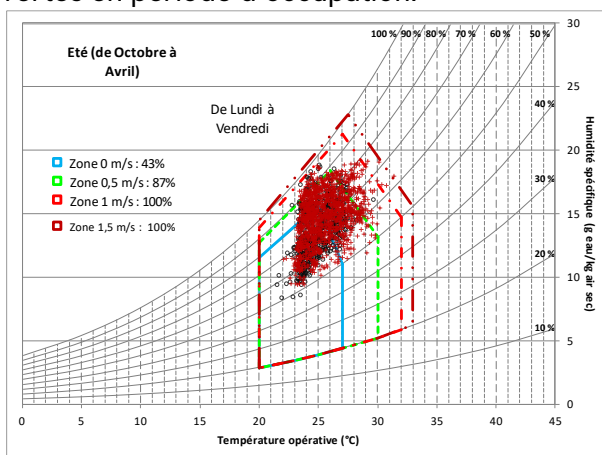
Procédés constructifs :

- Paroi béton
- Toiture avec 10 cm d'isolant

Protections solaires :

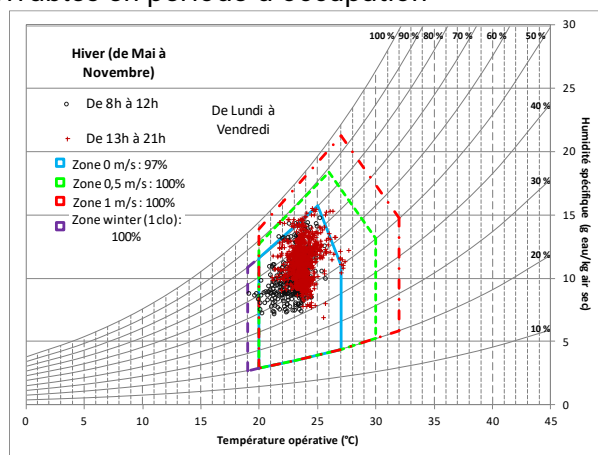
- Vitrage : Débord et joue sur la façade Nord.

Simulation de confort été : octobre à avril ; occupation de 8 h à 12h et de 13h à 21h baies ouvertes en période d'occupation.



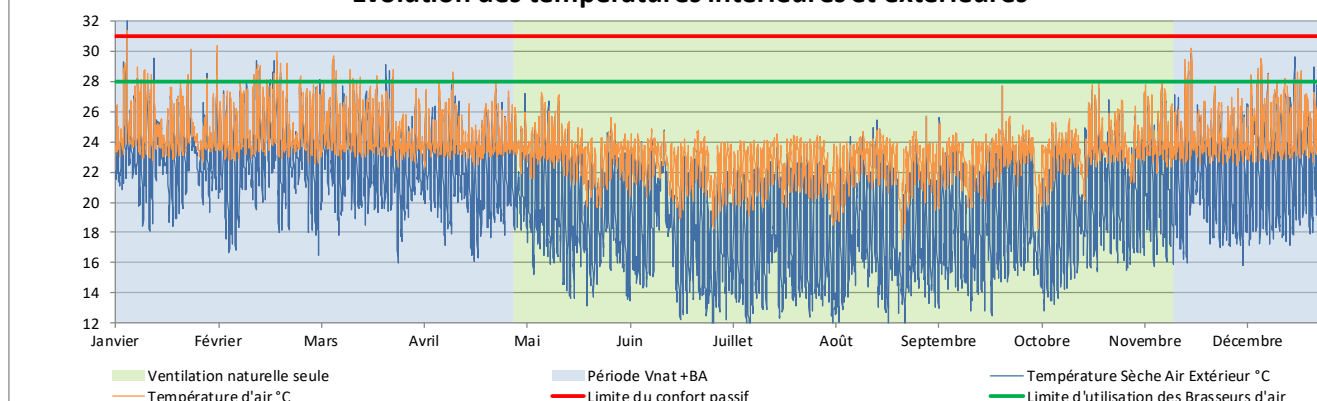
En été, le taux de confort est de l'ordre de 87% en ventilation naturelle seule et de 100% avec l'usage des brasseurs d'air.

Simulation de confort hiver : mai à septembre ; occupation de 8 h à 12h et de 13h à 21h baies ouvrables en période d'occupation



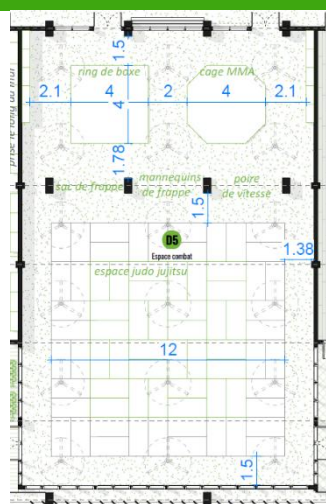
En hiver, le confort est de 97% sans vitesse d'air et de 100% avec une ouverture des baies lorsque les températures tendent à l'augmentation.

Evolution des températures intérieures et extérieures



Les températures dans les bureaux restent globalement en dessous de 28°C. Avec la conception privilégiant la ventilation naturelle en été et maximisant les apports solaires en période hivernale, le confort est obtenu de manière passive sur l'ensemble de l'année.

GBT- R-1 -Dojo



Dimensions :

Surface au sol : 16 m²

Hsp : 2,7 m

Charges internes :

Occupants : 30 pers

Appareils : 500 w

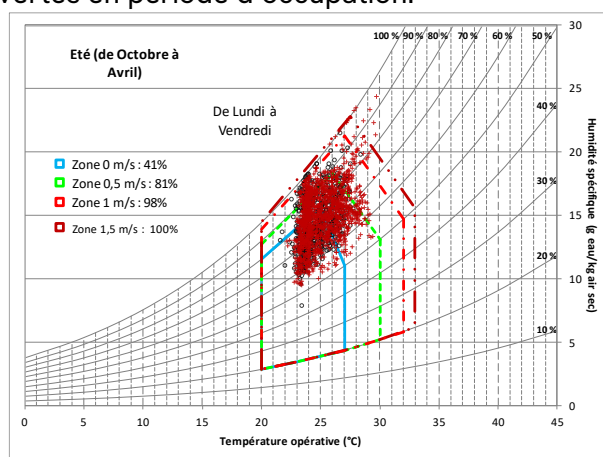
Procédés constructifs :

- Paroi béton

Protections solaires :

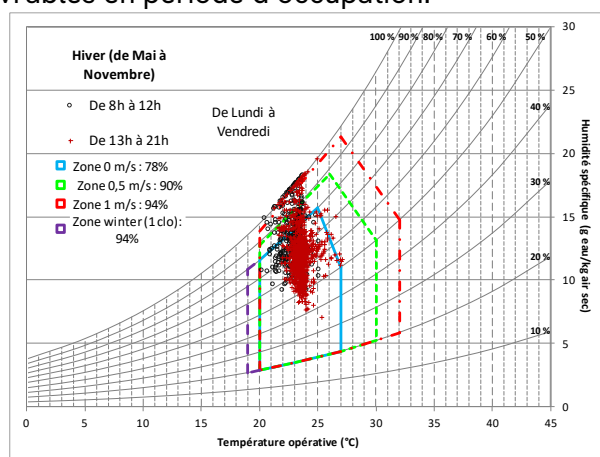
- Vitrage : Débord et lames verticales sur la façade Sud-ouest.

Simulation de confort été : octobre à avril ; occupation de 8 h à 12h et de 13h à 21h baies ouvertes en période d'occupation.



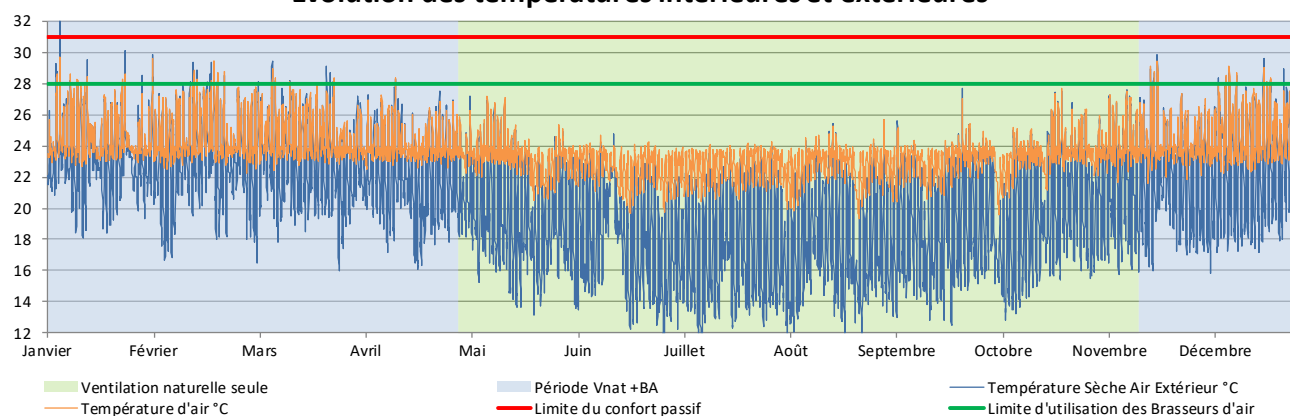
En été, le taux de confort est de l'ordre de 81% en ventilation naturelle seule et de 98% avec l'usage des brasseurs d'air. Il est à noter quelques points où le taux d'humidité est important. Ces conditions sont liées aux types d'activité dans la salle.

Simulation de confort hiver : mai à septembre ; occupation de 8 h à 12h et de 13h à 21h baies ouvrables en période d'occupation.



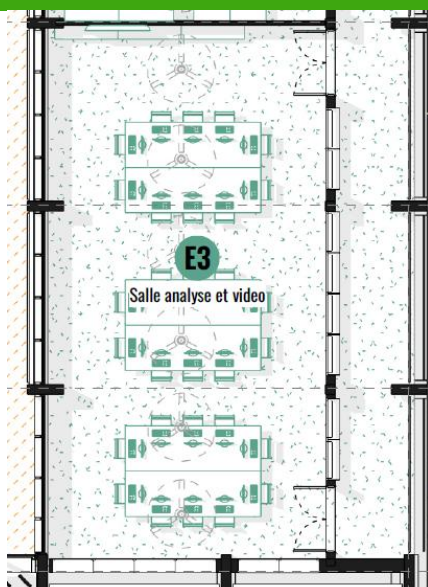
En hiver, le confort est de 78% sans vitesse d'air et de 100% avec l'ouverture des baies et l'utilisation des brasseurs d'air. Les conditions dans cette salle sont liées à l'activité dans les salles de sport.

Evolution des températures intérieures et extérieures



L'évolution annuelle de la température montre que malgré l'activité, les salles de sports peuvent fonctionner en ventilation naturelle toute l'année. Les brasseurs d'air viendront ponctuellement améliorer les conditions de confort.

GBT- R+2 -Salle d'analyse vidéo



Dimensions :

Surface au sol : 16 m²

Hsp : 2,7 m

Charges internes :

Occupants : 30 pers

Appareils : 500 w

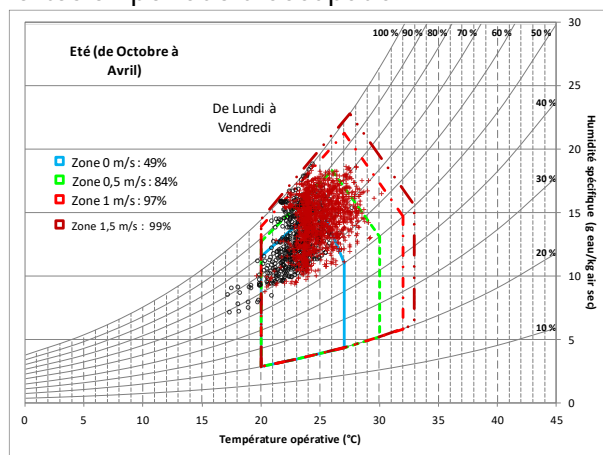
Procédés constructifs :

- Paroi béton

Protections solaires :

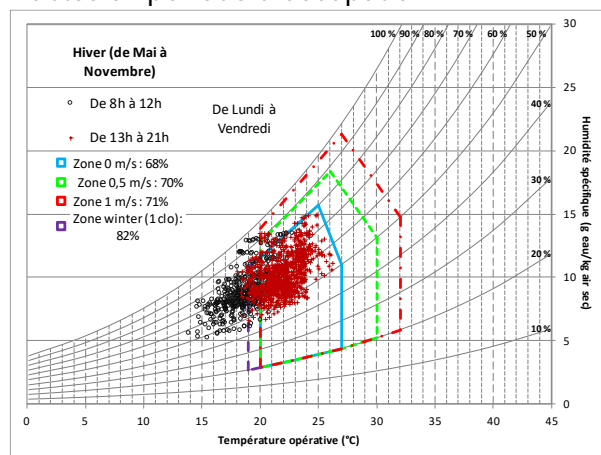
- Vitrage : Débord et lames horizontales sur la façade Sud-Est.

Simulation de confort été : octobre à avril ; occupation de 8 h à 12h et de 13h à 21h baies ouvertes en période d'occupation.



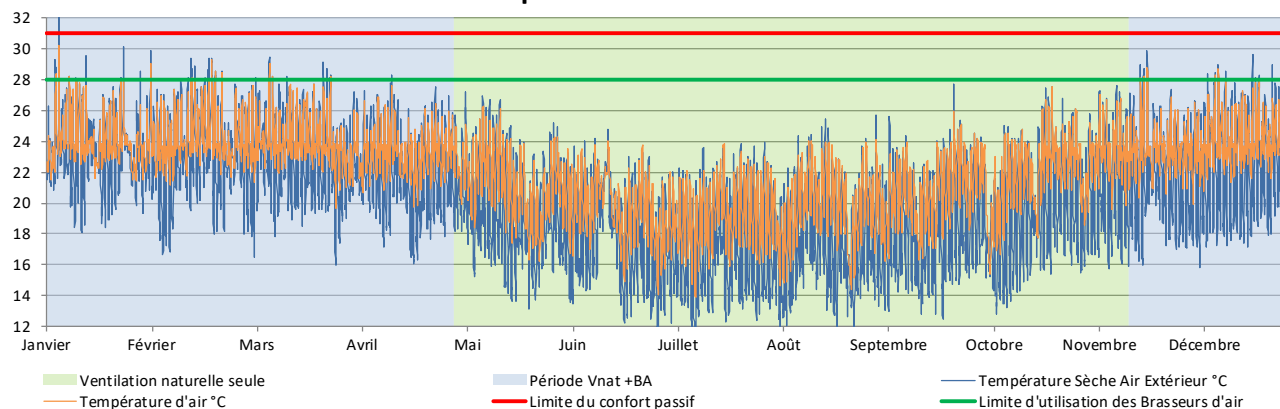
En été, le taux de confort est de l'ordre de 84% en ventilation naturelle seule et de 97% avec l'usage des brasseurs d'air.

Simulation de confort hiver : mai à septembre ; occupation de 8 h à 12h et de 13h à 21h baies ouvrables en période d'occupation.



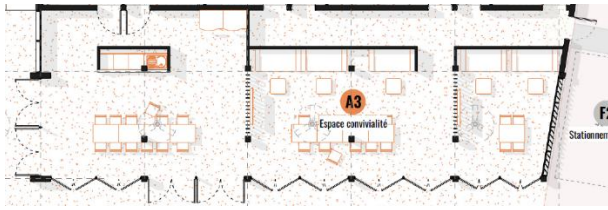
En hiver, le confort est de 68% fenêtre fermée. De par son positionnement sur le projet, cette salle est celle la moins sollicitées par le rayonnement solaire.

Evolution des températures intérieures et extérieures



Sur cette salle, une attention sera portée en phase APD pour améliorer les conditions intérieures en hiver.

GBT- RDC –Salle Convivialité



Dimensions :

Surface au sol : 16 m²
Hsp : 2,7 m

Charges internes :

Occupants : 20 pers
Appareils : 250 w

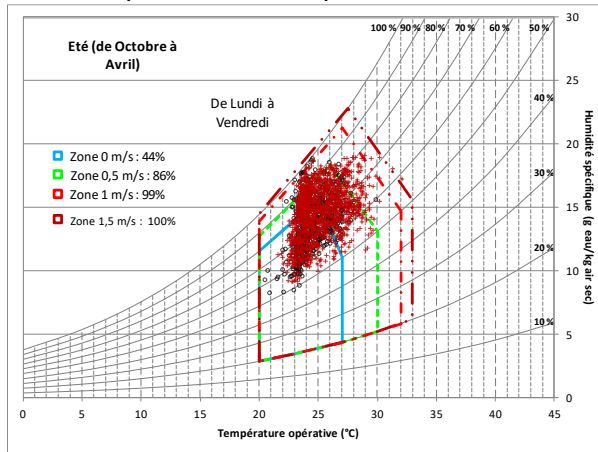
Procédés constructifs :

- Paroi béton

Protections solaires :

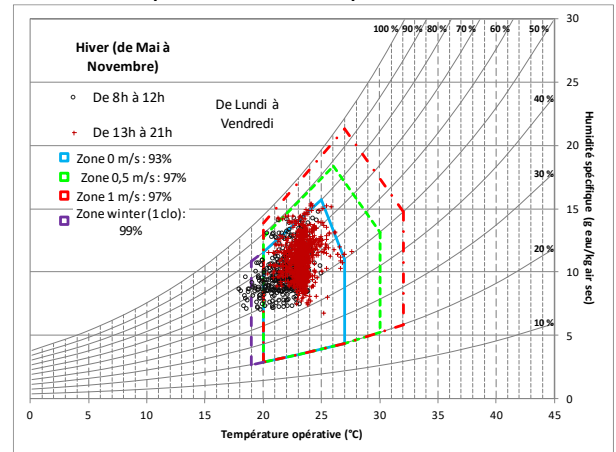
- Vitrage : Lames horizontales et verticales sur la façade Sud-Est et Sud-Ouest.

Simulation de confort été : octobre à avril ;
occupation de 8 h à 12h et de 13h à 21h baies ouvertes en période d'occupation.



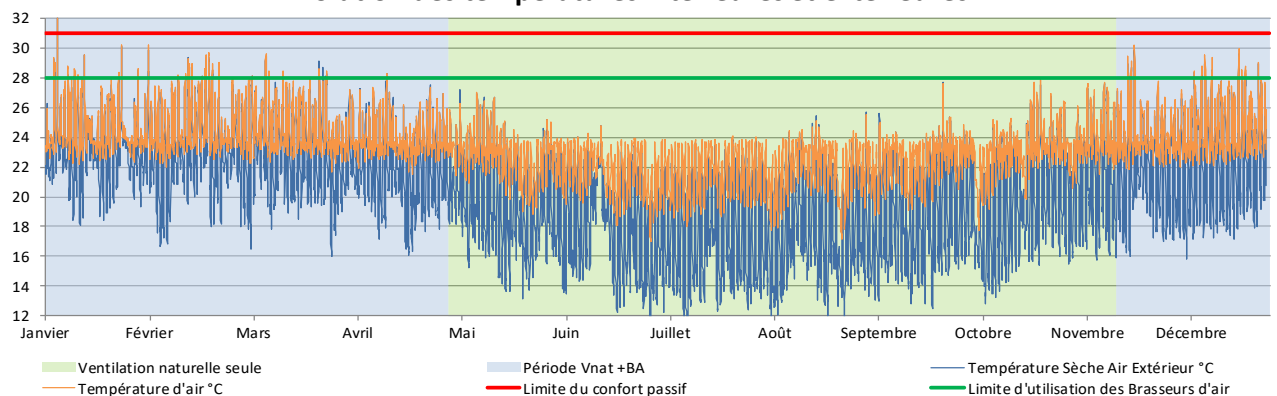
En été, le taux de confort est de l'ordre de 86% en ventilation naturelle seule et de 99% avec l'usage des brasseurs d'air.

Simulation de confort hiver : mai à septembre ;
occupation de 8 h à 12h et de 13h à 21h baies ouvrables en période d'occupation.



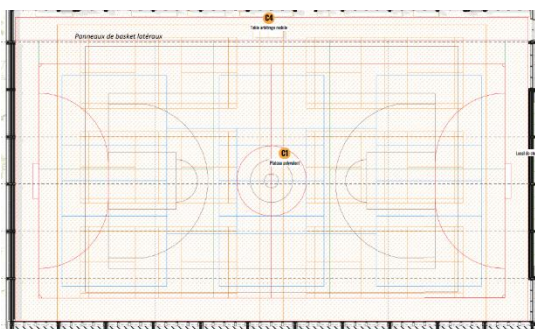
En hiver, le confort est de 93% avec une vitesse d'air nul. La façade Sud-Ouest étant nullement sollicitée en hiver, les températures peuvent être fraîches le matin et nécessitera une vêtue adaptée.

Evolution des températures intérieures et extérieures



Le confort est assuré de manière passive sur toute l'année avec un recours aux brasseurs d'air ponctuellement sur les jours les plus chauds.

GBT- RDC -Gymnase



Dimensions :

Surface au sol : 16 m²

Hsp : 2,7 m

Charges internes :

Occupants : 90 pers

Appareils : w

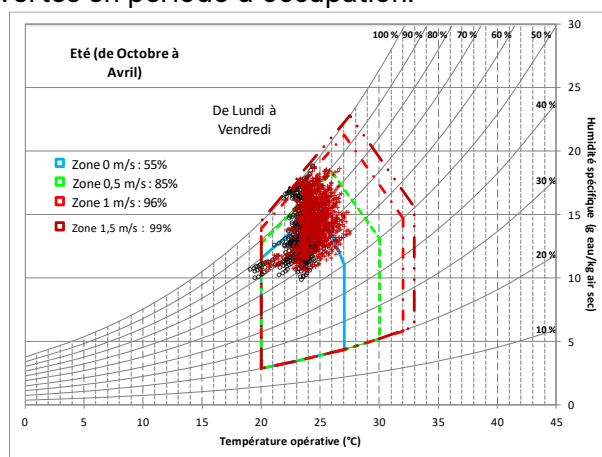
Procédés constructifs :

- Paroi isolée
- Toiture avec 10 cm d'isolant

Protections solaires :

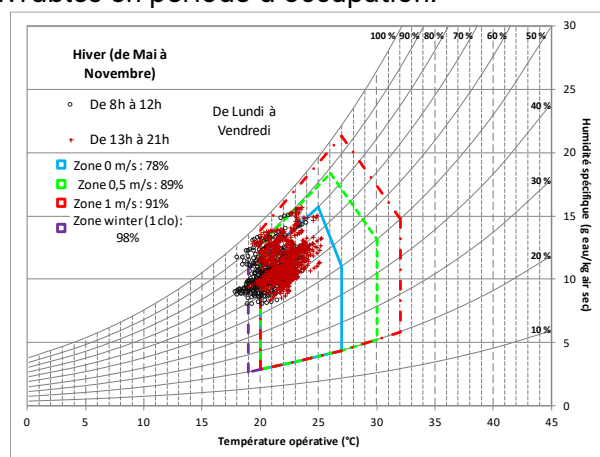
- Vitrage : Lames horizontales sur la façade Sud-Ouest.

Simulation de confort été : octobre à avril ;
occupation de 8 h à 12h et de 13h à 21h baies ouvertes en période d'occupation.



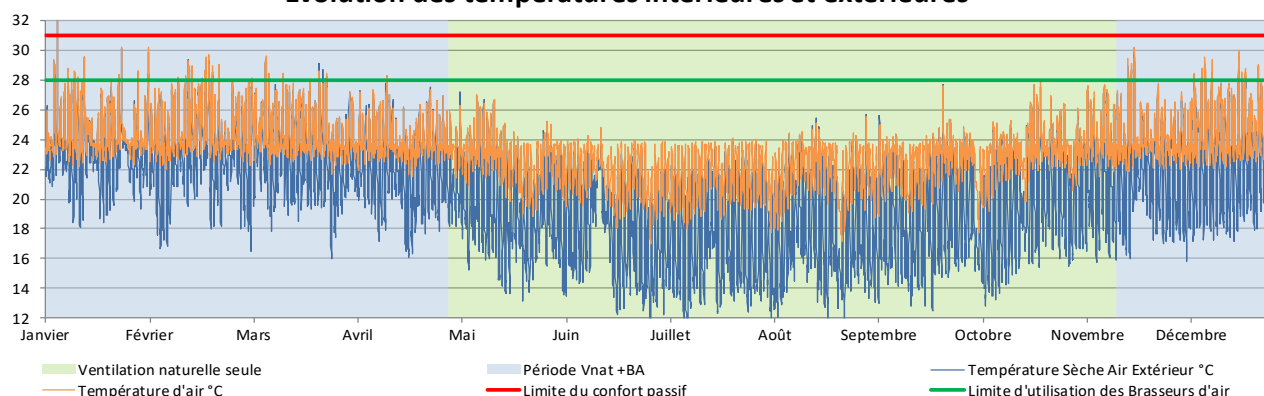
En été, le taux de confort est de l'ordre de 85% en ventilation naturelle seule. L'inconfort dans cette salle est engendré par la densité de personne dans la salle et le type d'activité.

Simulation de confort hiver : mai à septembre ;
occupation de 8 h à 12h et de 13h à 21h baies ouvrables en période d'occupation.



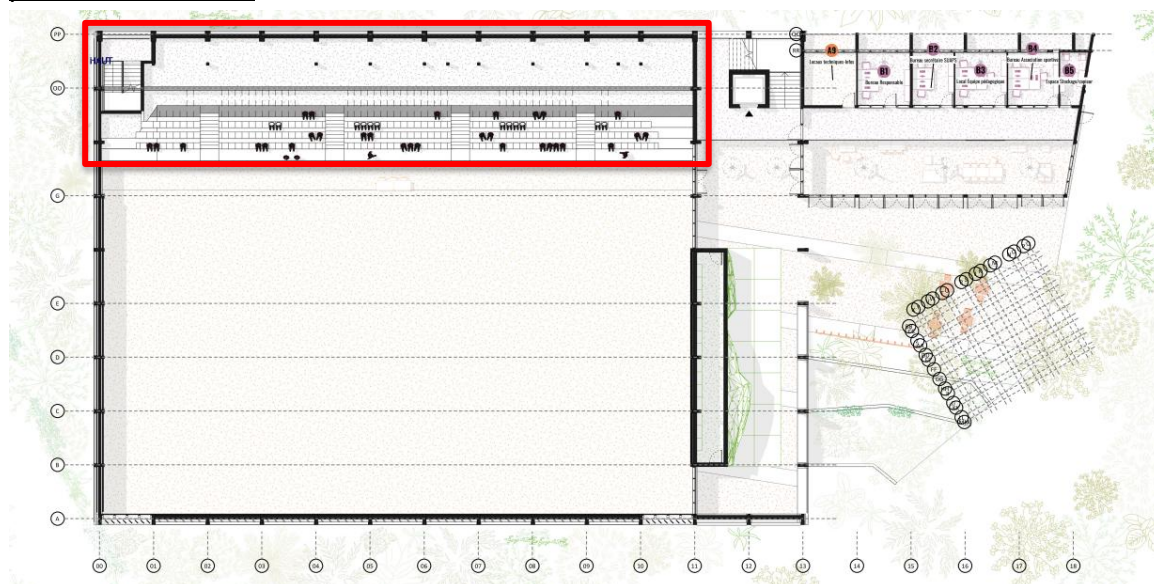
En hiver, le confort est de 89% avec en ventilation naturelle. Contrairement aux autres locaux, avec une activité forte l'ouverture des baies en hiver sur une partie de la journée sera davantage nécessaire.

Evolution des températures intérieures et extérieures



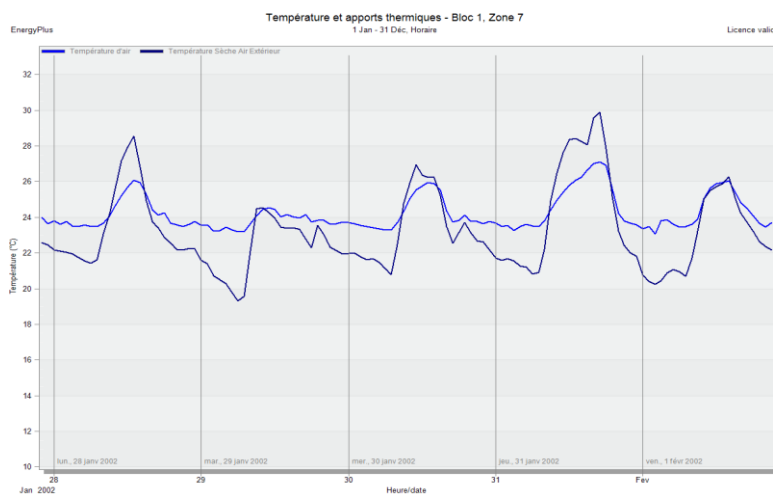
Le confort est assuré de manière passive sur toute l'année.

Une analyse plus fine a été menée sur la zone des gradins notamment pour valider la stratégie de conception optant pour une absence de protection solaire en façade Nord pour l'apport de chaleur en période Hivernale.



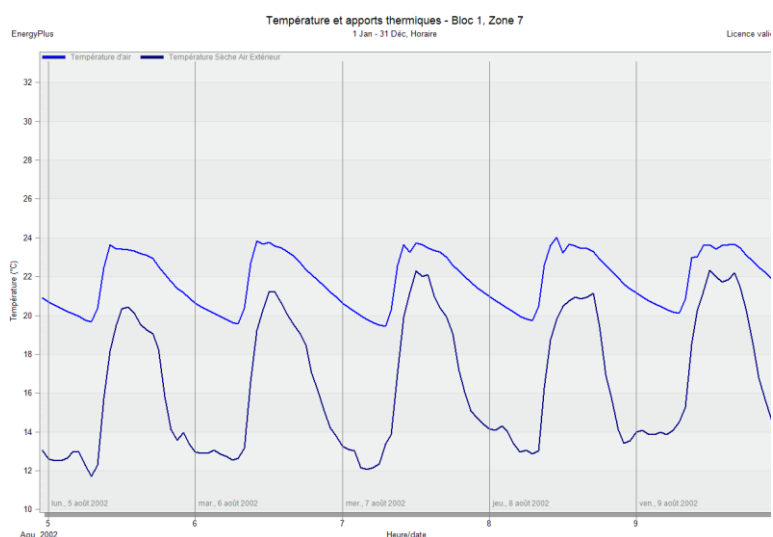
Période estivale

- Profil de température été : baies ouvertes



La température intérieure est équivalente ou inférieure à la température extérieure.


- Profil de température hiver : baies ouvertes



La température intérieure est supérieure à la température extérieure de 1,5°C à 5°C en journée.

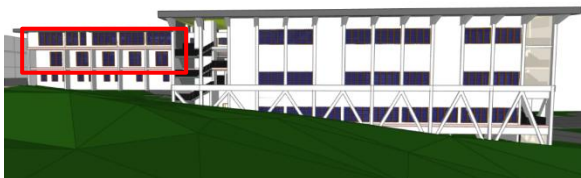
6. Justifications des facteurs solaires

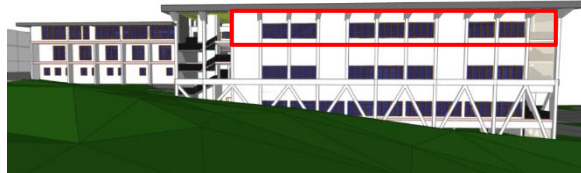
6.1. Toitures

PAROIS HORIZONTALES		TOITURE 1				...
Protection		Cm = 1	Couleur extérieure			$\alpha = 0,8$
Aucune			Couleur sombre			
	Matériau 1	Matériau 2	Matériau 3	Matériau 4	Matériau 5	Matériau 6
Choix	Asphalte pur	Isolant "classique"	Acier	LA non ventilée	Isolant "classique"	-
λ (W/m.K)	0,7	0,04	50	Rth = 0,22	0,04	0
Epaisseur (cm)	0,5	10	0,16	15	2,5	
	CALCUL PERENE	EXIGENCE PERENE	CONFORME PERENE			
R_{th} (m².K/W)	3,36					
U (W/m².K)	0,28	0,5	oui			
S	0,017	0,02	oui			


6.2. Parois


Orientée Nord :

PAROIS VERTICALES		MUR 1		Salle de formation et bureau	
Orientation	Protection	d =	1,26	d/h = 0,47	Cm = 0,41
Nord	Débord	h =	2,7		
Type de protection	Simple				Cm = 0,7
Couleur extérieure		$\alpha = 0,4$			
Couleur claire					
	Matériau 1	Matériau 2	Matériau 3		
Choix	Béton plein armé 2300 kg/m3				
λ (W/m.K)	2,1				
Epaisseur (cm)	20				
	CALCUL PERENE	EXIGENCE PERENE	CONFORME PERENE		
R_{th} (m².K/W)	0,10				
U (W/m².K)	3,33	0,5	non		
S	0,040	-	-		

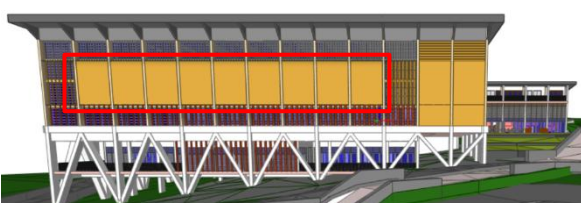
PAROIS VERTICALES		MUR 3		Gradin	
Orientation	Protection	d =	2,33	d/h = 0,58	Cm = 0,26
Nord	Débord	h =	4		
	Simple				Cm = 0,45
Couleur extérieure		$\alpha = 0,4$			
Couleur claire					
	Matériau 1	Matériau 2	Matériau 3		
Choix	Béton plein armé 2300 kg/m3	-	-		
λ (W/m.K)	2,1	0	0		
Epaisseur (cm)	20				
	CALCUL PERENE	EXIGENCE PERENE	CONFORME PERENE		
R_{th} (m².K/W)	0,10				
U (W/m².K)	3,33	0,5	non		
S	0,026	-	-		


Orientée Est :

PAROIS VERTICALES		MUR 2	Salle vidéo et bureau encadrant		
Orientation	Protection	d =	3,1	d/h = 1,48	Cm = 0,36
Est	Débord	f =	6		
Type de protection	Avec retombée	c =	3,9		Cm = 0,35
Couleur extérieure		$\alpha = 0,4$			
Couleur claire					
	Matériau 1	Matériau 2	Matériau 3		
Choix	Béton plein armé 2300 kg/m3	-	-		
λ (W/m.K)	2,1	0	0		
Epaisseur (cm)	20				
	CALCUL PERENE	EXIGENCE PERENE	CONFORME PERENE		
R_{th} (m ² .K/W)	0,10				
U (W/m ² .K)	3,33	0,5	non		
S	0,035	-	-		

PAROIS VERTICALES		MUR 2	Salle de formation		
Orientation	Protection	d =	1,17	d/h = 0,47	Cm = 0,53
Est	Débord	h =	2,48		
Type de protection	Simple				Cm = 0,65
Couleur extérieure		$\alpha = 0,4$			
Couleur claire					
	Matériau 1	Matériau 2	Matériau 3		
Choix	Béton plein armé 2300 kg/m3	Aluminium	-		
λ (W/m.K)	2,1	230	0		
Epaisseur (cm)	20	0,08			
	CALCUL PERENE	EXIGENCE PERENE	CONFORME PERENE		
R_{th} (m ² .K/W)	0,10				
U (W/m ² .K)	3,33	0,5	non		
S	0,052	-	-		

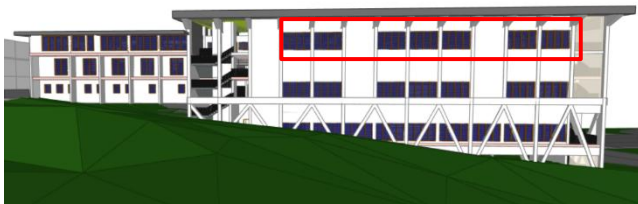
Orientée Ouest :

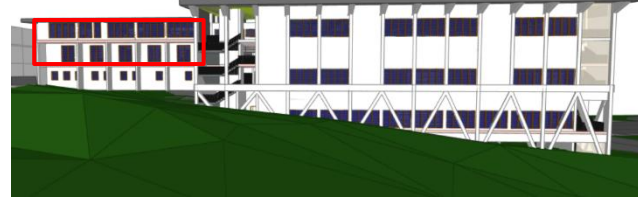
PAROIS VERTICALES		MUR 2		Terrain	
Orientation	Protection				Cm = 1
Ouest	Aucune protection				
	Simple				Cm = 1
Couleur extérieure		$\alpha = 0,4$			
Couleur claire					
	Matériau 1	Matériau 2	Matériau 3		
Choix	Laiton	LA non ventilée	Laiton		
λ (W/m.K)	110	Rth = 0,18	110		
Epaisseur (cm)	0,8	28	0,8		
	CALCUL PERENE	EXIGENCE PERENE	CONFORME PERENE		
Rth ($m^2.K/W$)	0,18				
U ($W/m^2.K$)	2,63	0,5	non		
S	0,078	-	-		

PAROIS VERTICALES		MUR 1		Terrain	
Orientation	Protection	d =	1,28	d/h = 0,12	Cm = 0,78
Ouest	Débord	h =	11		
Type de protection	Simple				Cm = 1
Couleur extérieure		$\alpha = 0,4$			
Couleur claire					
	Matériau 1	Matériau 2	Matériau 3		
Choix	Aluminium	LA non ventilée	Béton plein armé 2300 kg/m3		
λ (W/m.K)	230	Rth = 0,18	2,1		
Epaisseur (cm)	0,8	8	20		
	CALCUL PERENE	EXIGENCE PERENE	CONFORME PERENE		
Rth ($m^2.K/W$)	0,28				
U ($W/m^2.K$)	2,08	0,5	non		
S	0,048	-	-		

6.3. Baies


Orientée Nord :


BAIES		FENETRE 1		Gradin	
Type de local	non climatisé				d/h = 0,64
Orientation	Protection		d =	2,33	
Nord	Débord		f =	2,1	
	Infini	Simple	b =	1,56	Cm = 0,21
Type de vitrage			So = 0,83		
Simple vitrage, 4mm					
	CALCUL PERENNE	EXIGENCE PERENE	CONFORME PERENE		
S	0,174	0,40	oui		


BAIES		FENETRE 2		Bureau et salle de formation	
Type de local	non climatisé				d/h = 0,56
Orientation	Protection		d =	1,06	
Nord	Débord		f =	1,9	
	Infini	Simple	b =	0	Cm = 0,29
Type de vitrage			So = 0,83		
Simple vitrage, 4mm					
	CALCUL PERENE	EXIGENCE PERENE	CONFORME PERENE		
S	0,241	0,40	oui		

BAIES		FENETRE 3		Bureau encadrant	
Type de local	non climatisé				d/h = 20
Orientation	Protection		d =	22	
Nord	Débord + joue		h =	1,1	
					Cm = 0
	Deux joues				
Type de vitrage			So = 0,83		
Simple vitrage, 4mm					
	CALCUL PERENE	EXIGENCE PERENE	CONFORME PERENE		
S	0,000	0.40	oui		

Orientée est :


BAIES		FENETRE 1		Terrain	
Type de local	non climatisé			d/h = 1,4	
Orientation	Protection	d =	8		
Est	Débord + joue	h =	5,7		
				Cm = 0,26	
	Gauche				
Type de vitrage	So = 0,83				
Simple vitrage, 4mm					
	CALCUL PERENE	EXIGENCE PERENE	CONFORME PERENE		
S	0,220	0,30	oui		

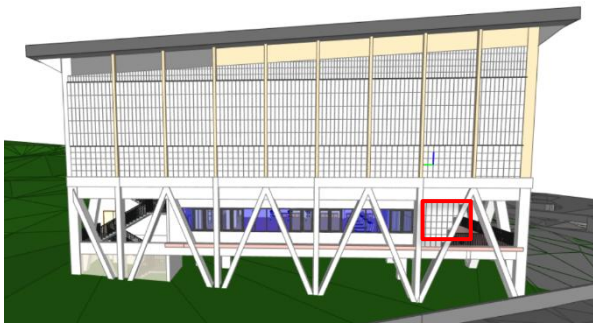
BAIES		FENETRE 2		Terrain	
Type de local	non climatisé			L/h = 0,67 d/h = 1,4	
Orientation	Protection	d =	8		
Est	Débord + joue	f =	5,7		
				Cm = 0,42	
	Droite				
Type de vitrage	So = 0,83				
Simple vitrage, 4mm					
	CALCUL PERENE	EXIGENCE PERENE	CONFORME PERENE		
S	0,190	0,30	oui		

BAIES		FENETRE 3		Salle de visionnage et bureau encadrant	
Type de local	non climatisé	L =	0,9	L/h = 0,82 d/h = 2,82	
Orientation	Protection	d =	3,1		
Est	Débord	f =	1,1		
	Avec retombée	e =	0	Cm = 0,37	
	Gauche				
Type de vitrage		So = 0,83			
Simple vitrage, 4mm					
	CALCUL PERENE	EXIGENCE PERENE	CONFORME PERENE		
S	0,300	0,30	oui		

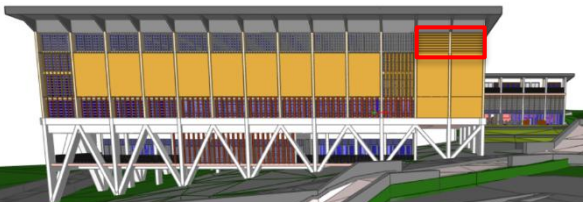
BAIES		FENETRE 2		Salle de judo	
Type de local	non climatisé			d/h = 4,05	
Orientation	Protection	d =	15		
Est	Débord + joue	h =	3,7		
				Cm = 0,2	
	Droite				
Type de vitrage	So = 1				
Ventilation naturelle (ouvert)					
	CALCUL PERENE	EXIGENCE PERENE	CONFORME PERENE		
S	0,190	0,30	oui		

Orientée Ouest :

BAIES			FENETRE 1		Salle fitness/dance	
Type de local	non climatisé				d/h = 2,21	
Orientation	Protection		d =	8,19		
Ouest	Débord + joue		h =	3,7		
				0	Cm = 0,15	
	Deux joues					
Type de vitrage			So = 1			
Ventilation naturelle (ouvert)						
	CALCUL PERENE	EXIGENCE PERENE	CONFORME PERENE			
S	0,150	0,25	oui			

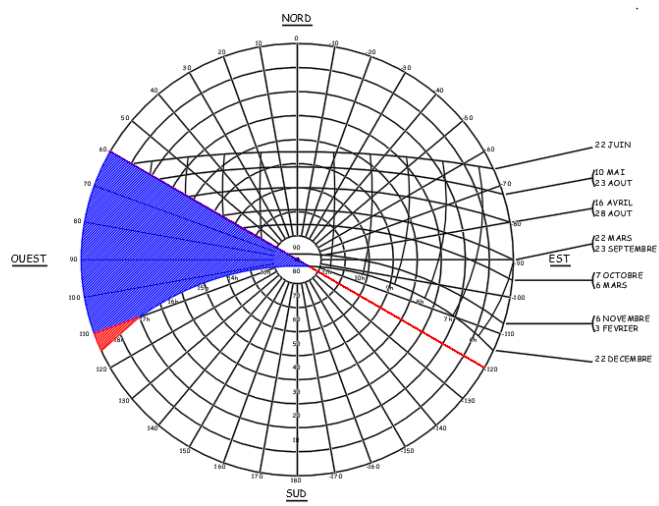
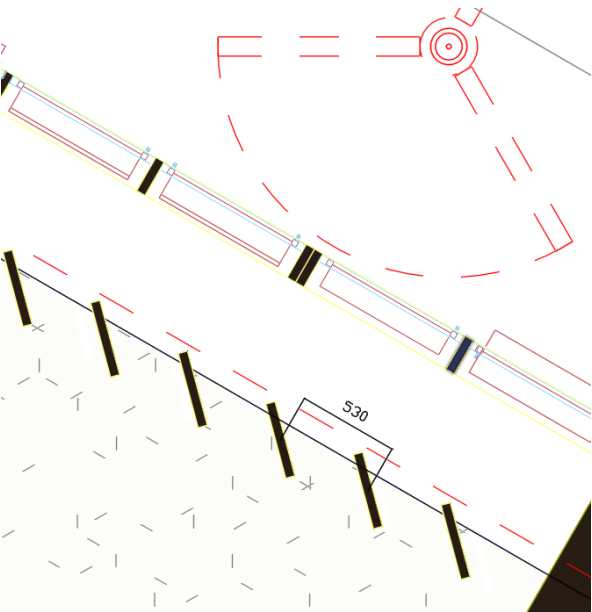
BAIES		FENETRE 2		Porte salle judo	
Type de local	non climatisé			d/h = 4,05	
Orientation	Protection	d =	15		
Ouest	Débord + joue	h =	3,7		
				Cm = 0,22	
	Gauche				
Type de vitrage		So = 1			
Ventilation naturelle (ouvert)					
	CALCUL PERENE	EXIGENCE PERENE	CONFORME PERENE		
S	0,220	0,25	oui		

BAIES		FENETRE 3		Salle vidéo	
Type de local	non climatisé			$\gamma = 5^\circ$	
Orientation	Protection				
Ouest	Lames horizontales		$\gamma =$ 5		
	Infini	Simple		Cm = 0,08	
	Droite				
Type de vitrage			So = 0,83		
Simple vitrage, 4mm					
	CALCUL PERENE	EXIGENCE PERENE	CONFORME PERENE		
S	0,066	0,25	oui		



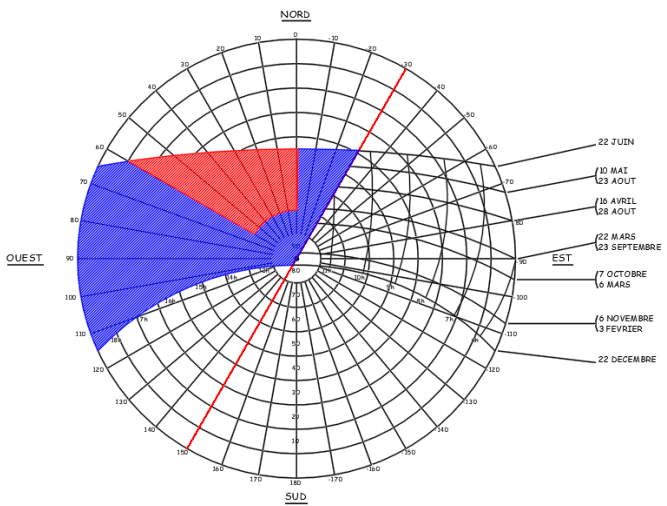
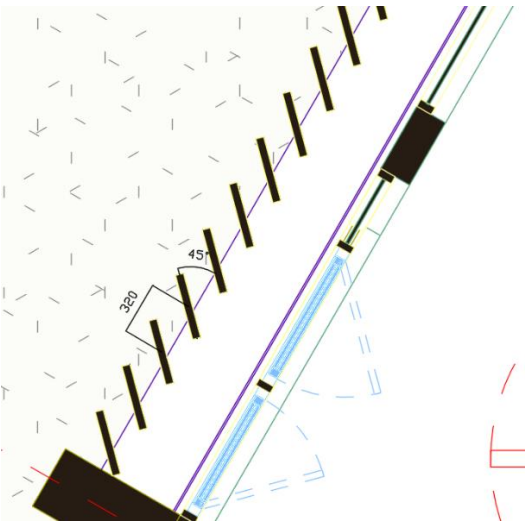
Pour certaines typologies, la performance thermique de la protection solaire a été évalué par diagramme solaire. C'est notamment le cas des protections solaire verticales.

Brise soleil vertical baies façade Sud-ouest



- Impact de la protection
- Façade exposer au rayonnement direct

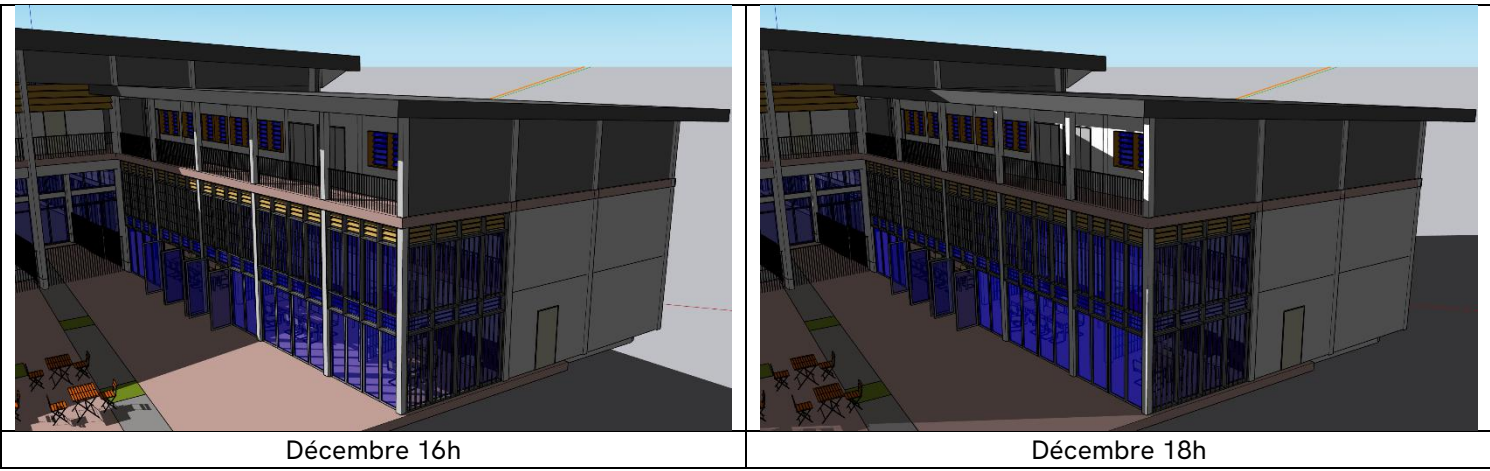
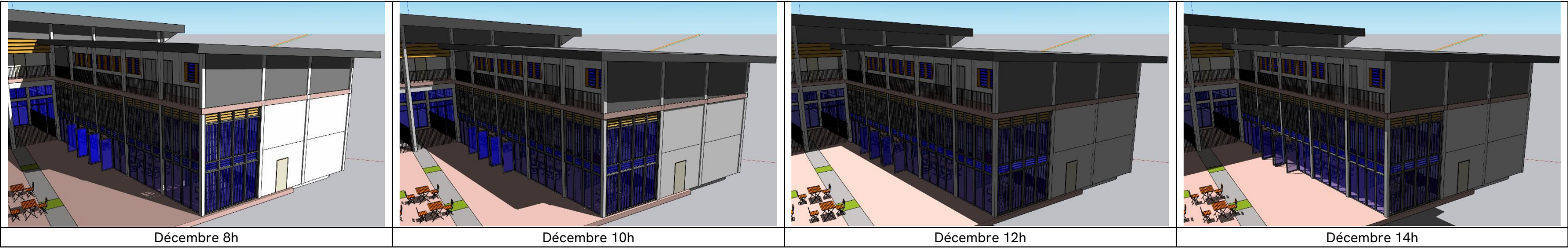
Brise soleil vertical baies façade Ouest



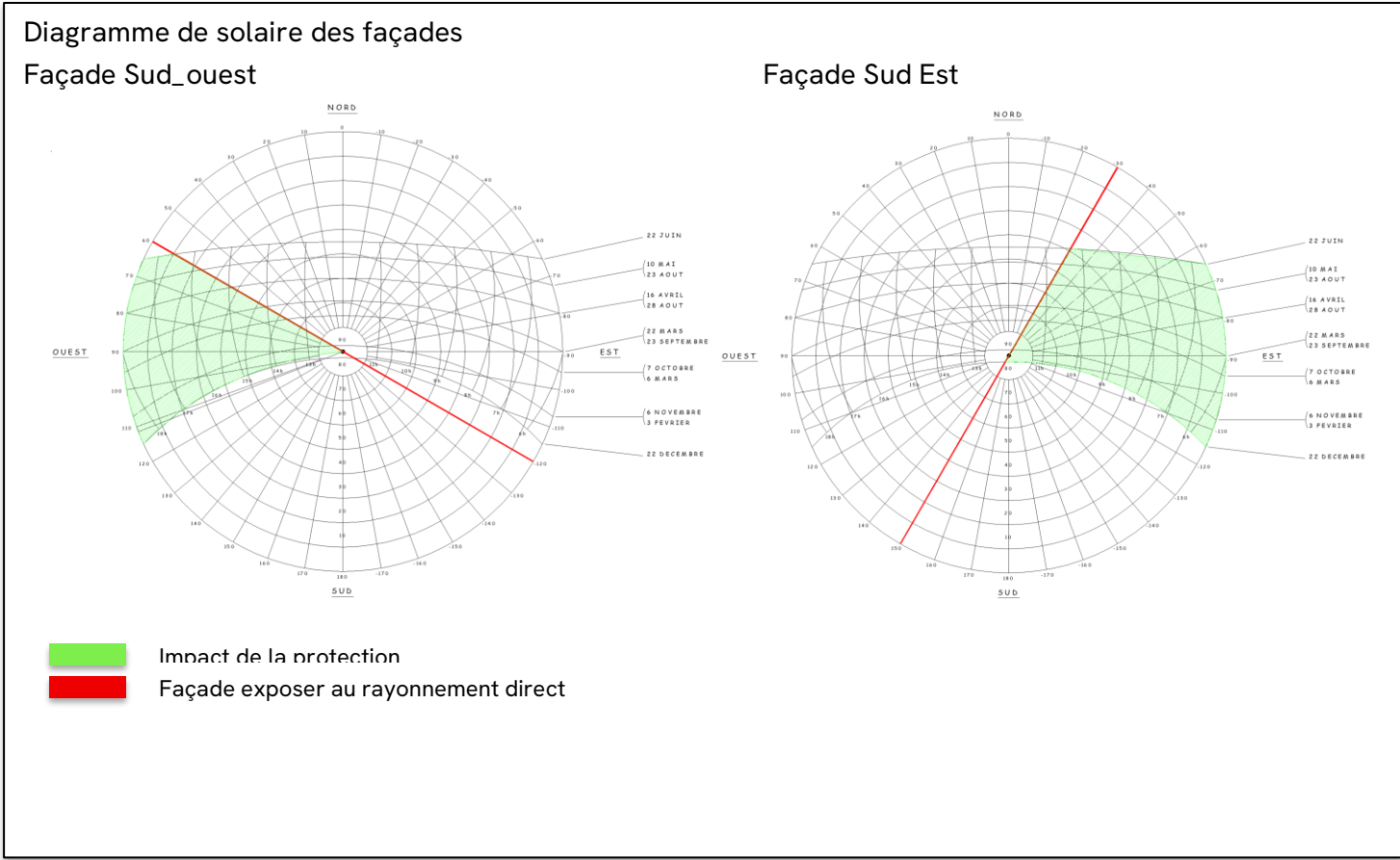
- Impact de la protection
- Façade exposer au rayonnement direct

7. Héliodon et exposition des parois

Hall- Façade Sud-Ouest et Façade Sud-Est - Décembre



- **Façade Sud-Est :**
 - Ensoleillée de 8h à 12h.
- **Façade Sud-Ouest :**
 - Ensoleillée de 14h à 16h sur trois trames vitrée (les trois à l’Est) en partie basse.



Hall- Façade Sud-Ouest et Façade Sud-Est - Mars



Mars 8h



Mars 10h



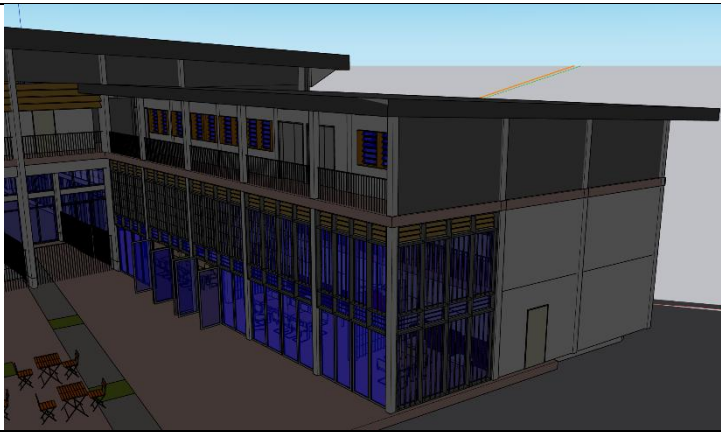
Mars 12h



Mars 14h



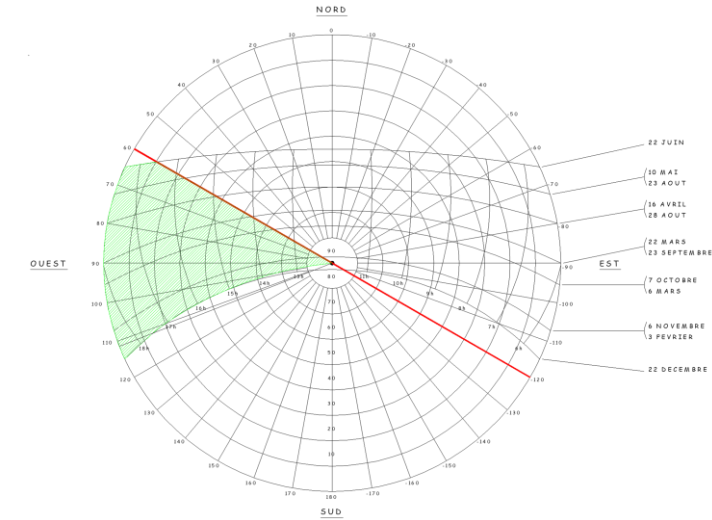
Mars 16h





Mars 18h

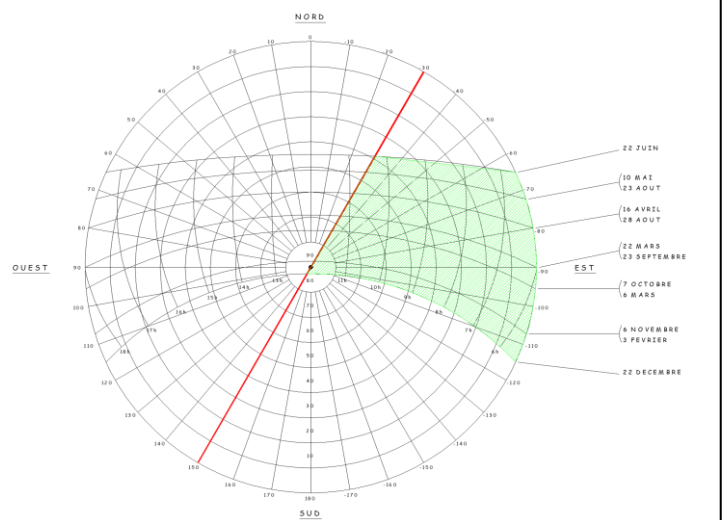
- **Façade Sud-Est :**
 - Ensoleillée de 8h à 10h.
- **Façade Sud-Ouest :**
 - Globalement non ensoleillée, légèrement en partie haute à 16h.

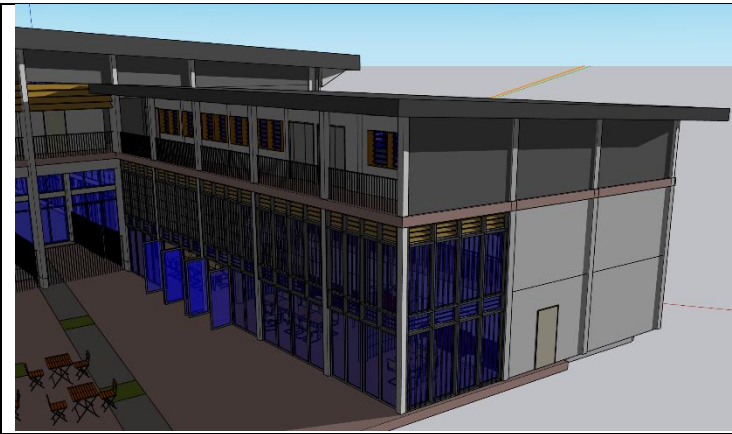
Diagramme de solaire des façades
Façade Sud_ouest



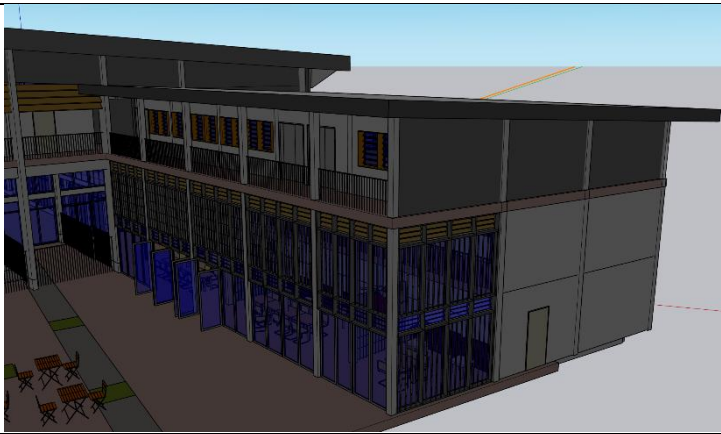
-  Impact de la protection
-  Façade exposer au rayonnement direct

Façade Sud Est

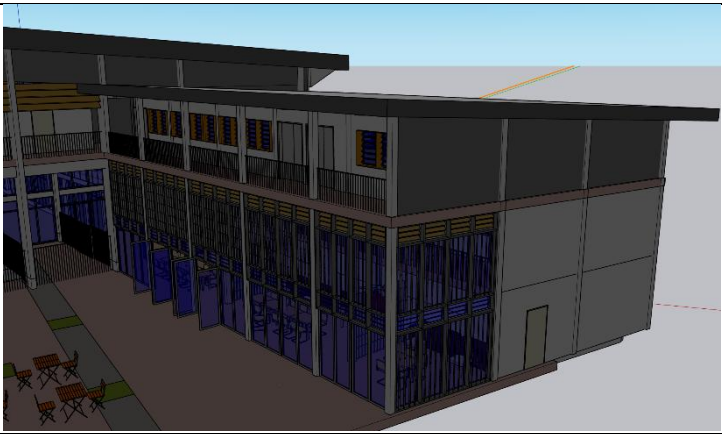




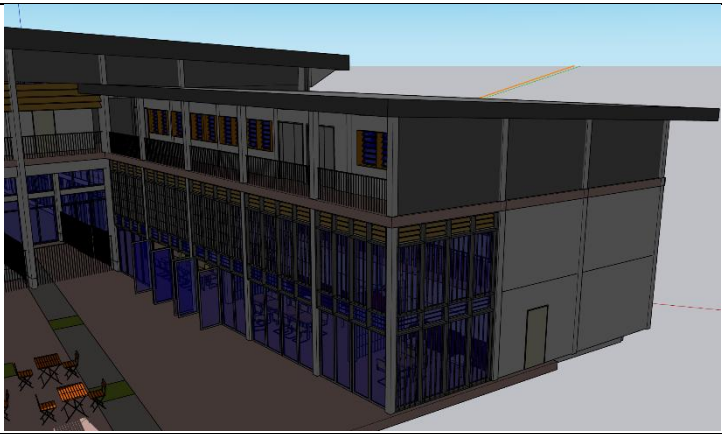
Juin 8h



Juin 10h



Juin 12h



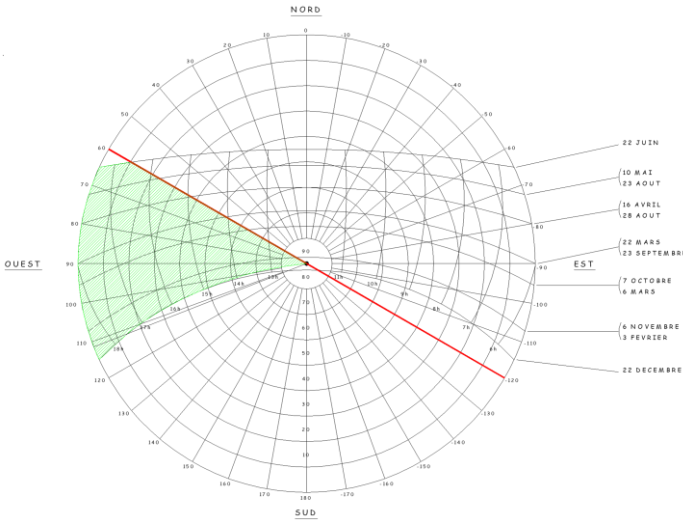
Juin 14h



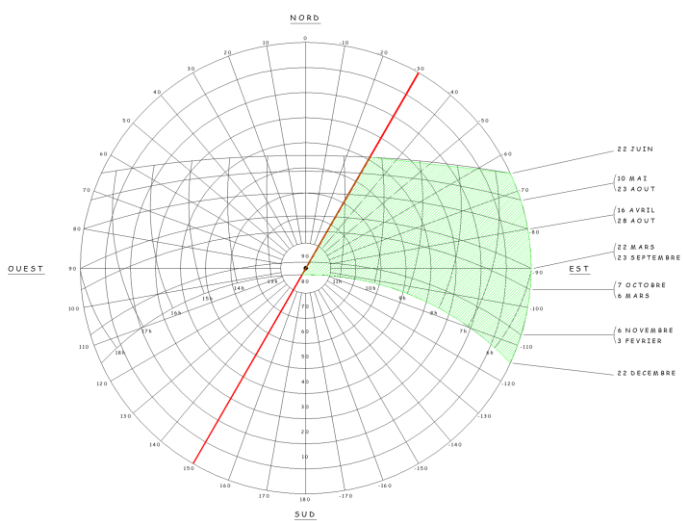
Juin 16h



- **Façade Sud-Est :**
 - Pas d'ensoleillement à partir de 10h.
- **Façade Sud-Ouest :**
 - Pas d'ensoleillement

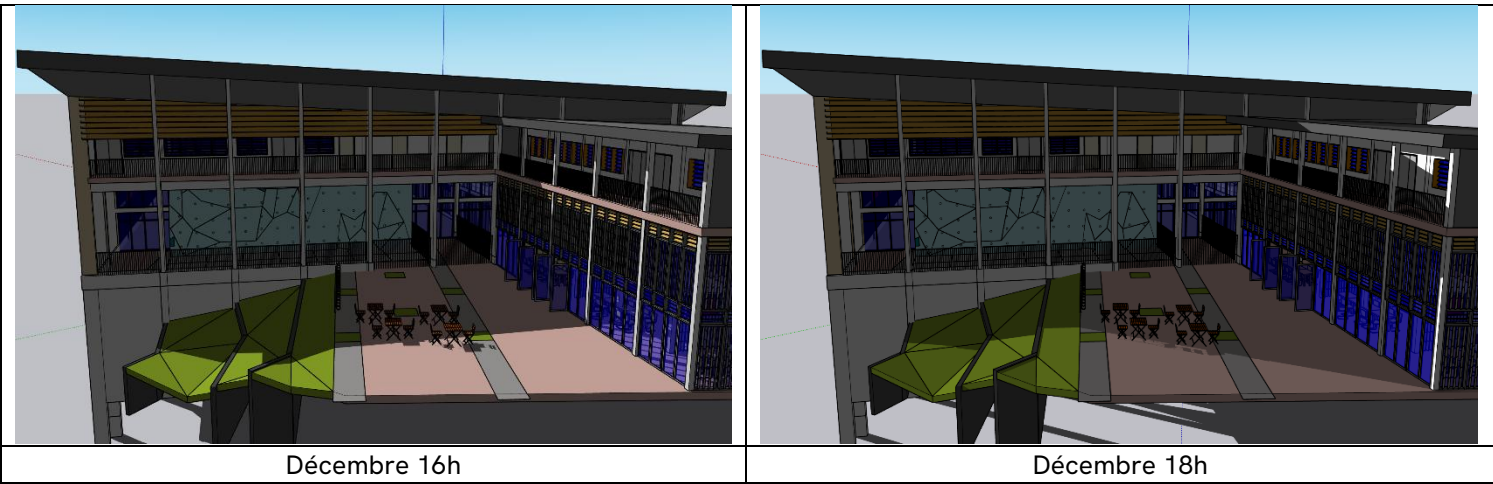
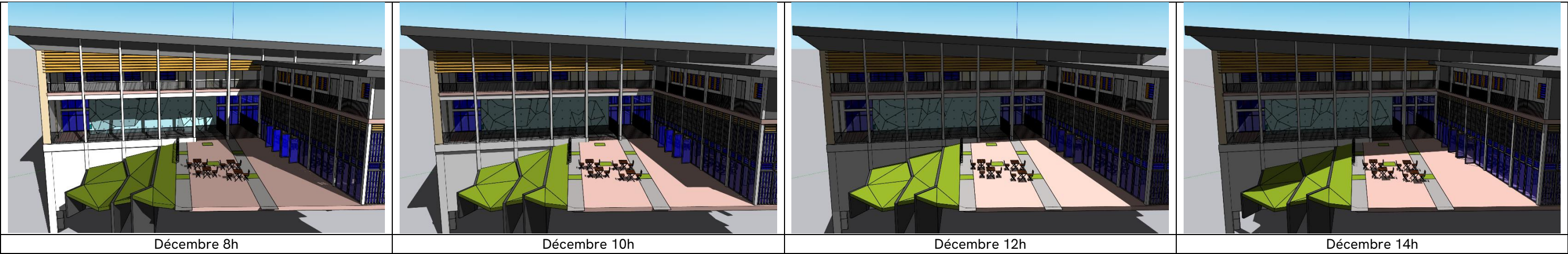
Diagramme de solaire des façades
Façade Sud_ouest



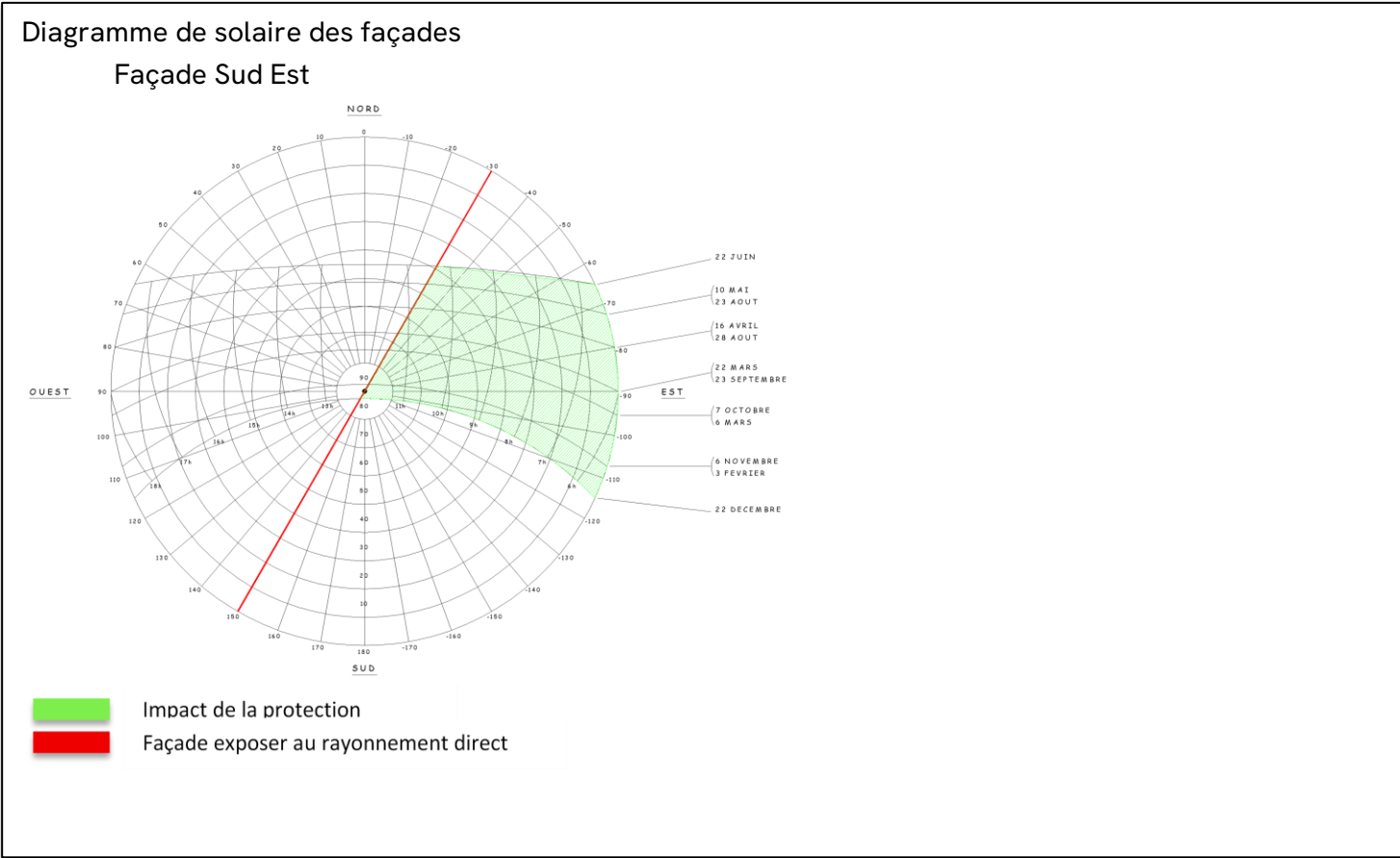
Façade Sud Est

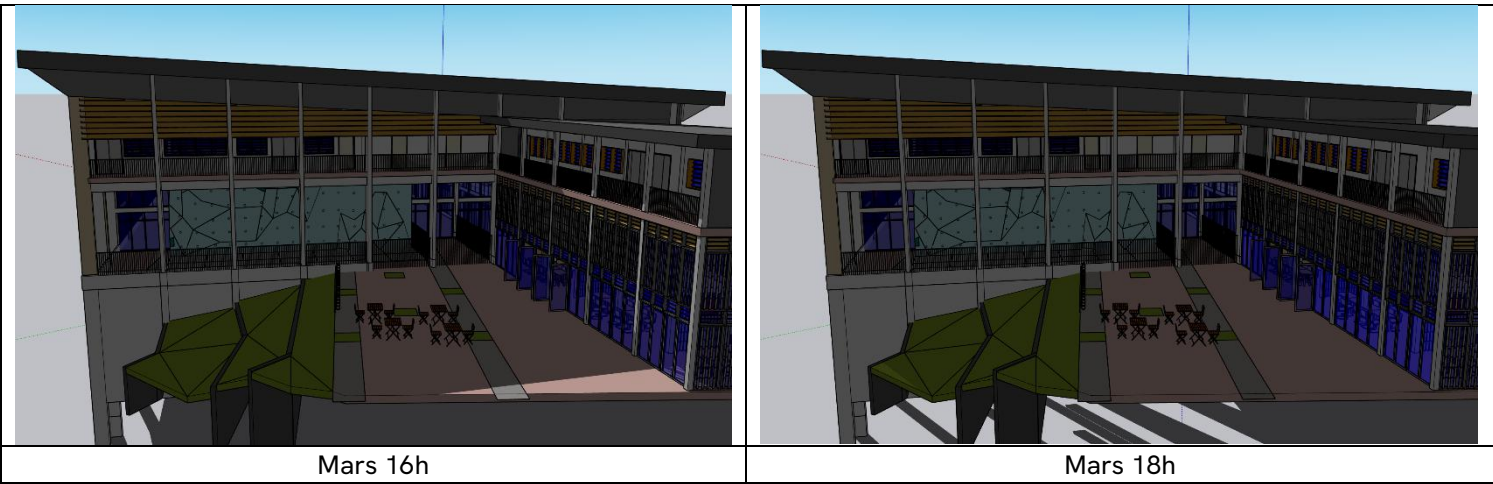
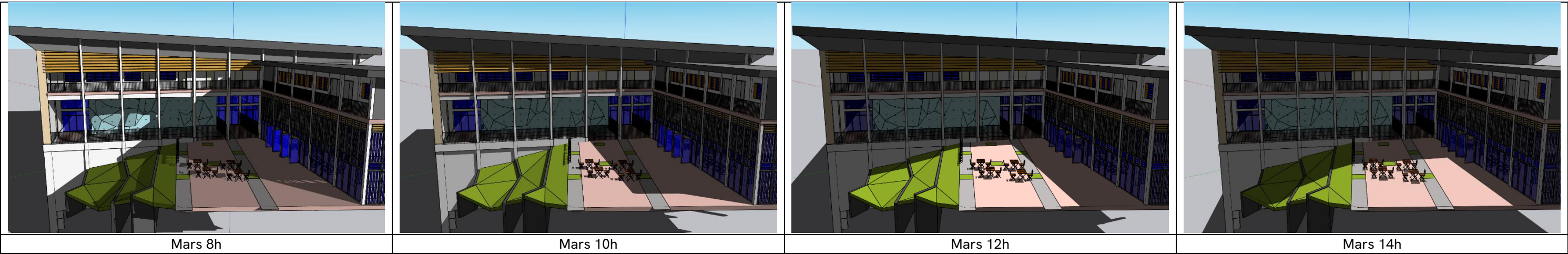


-  Impact de la protection
-  Façade exposer au rayonnement direct

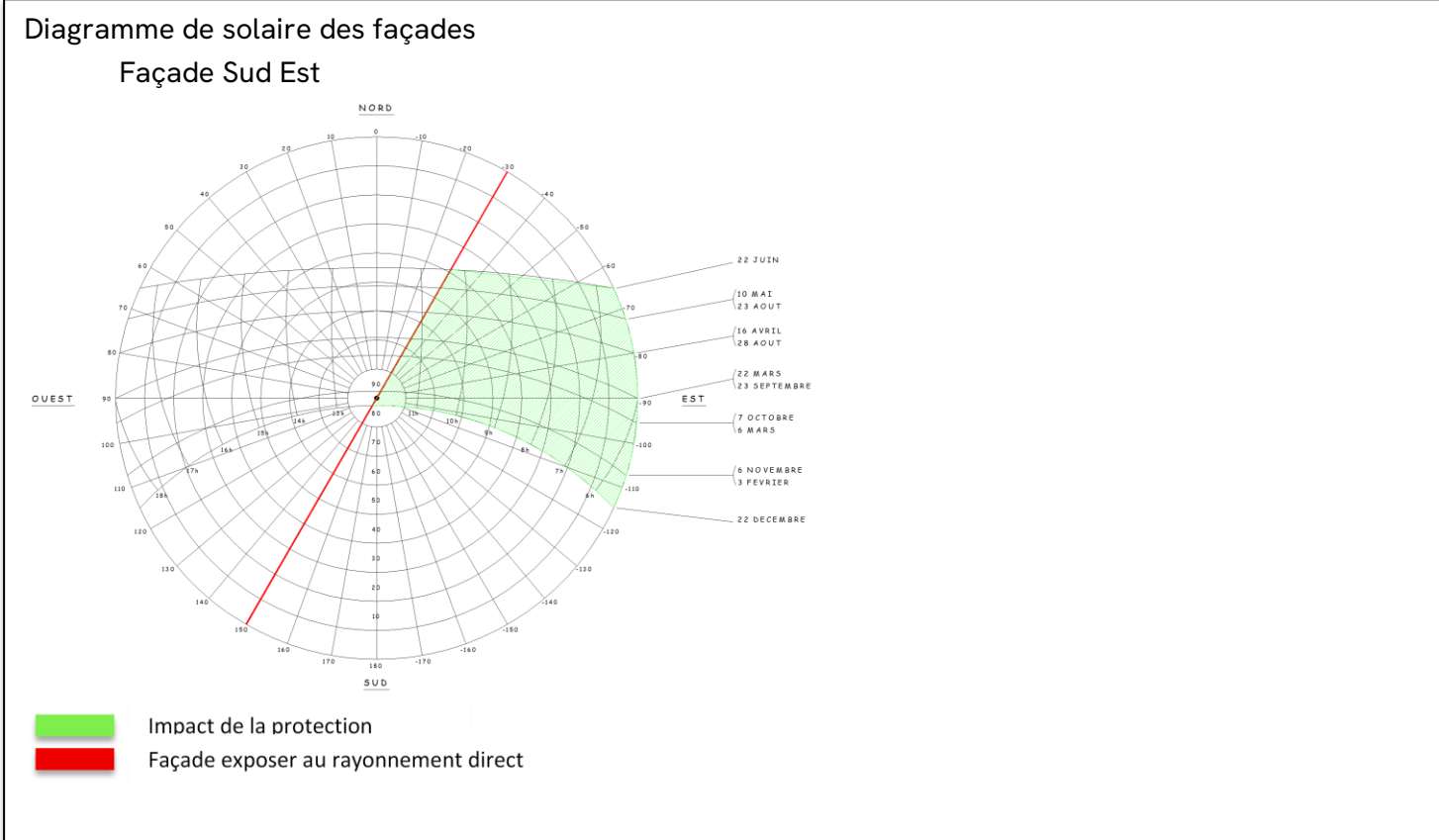


- **Façade Sud-Est :**
 - Pas d’ensoleillement à partir de 10h.

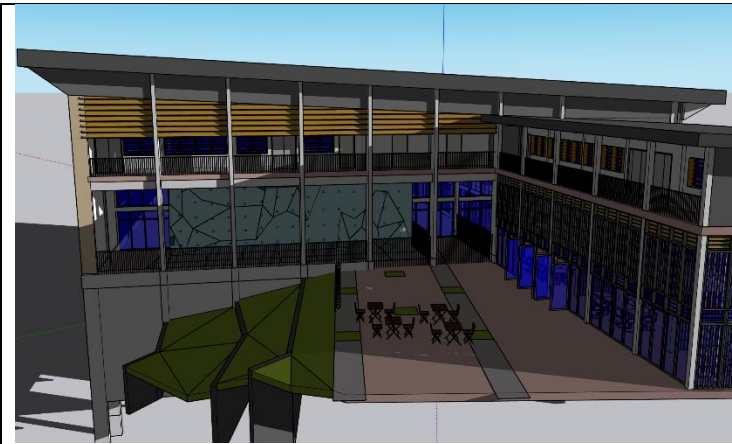




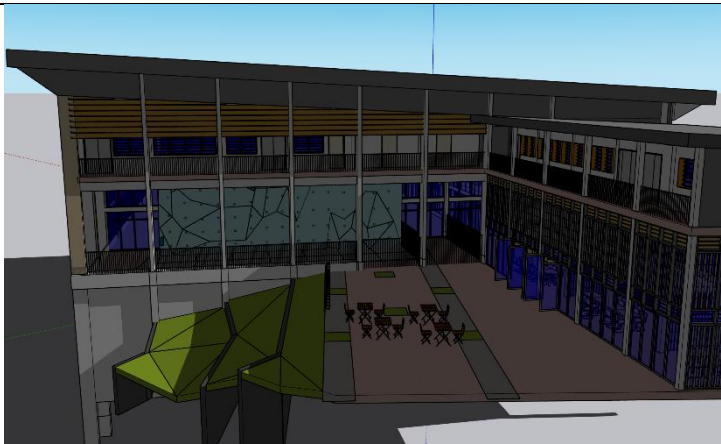
- **Façade Sud-Est :**
 - Pas d’enseillement à partir de 10h.



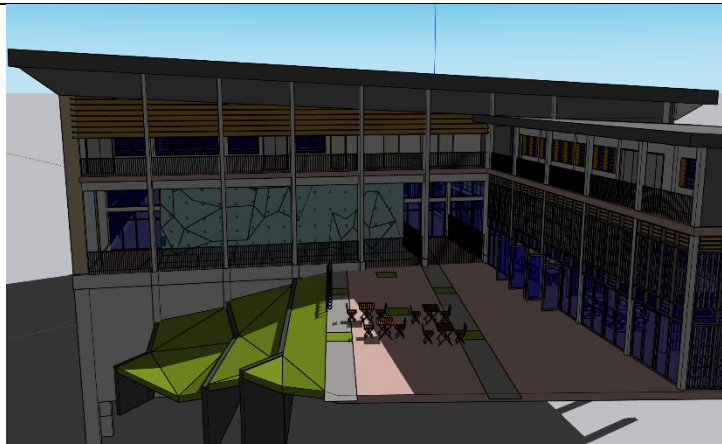
Salle d’analyse et vidéo- Façade Sud-Est – Juin



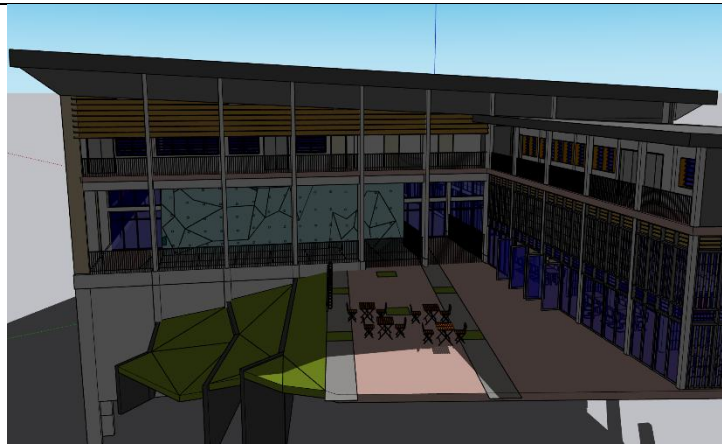
Juin 8h



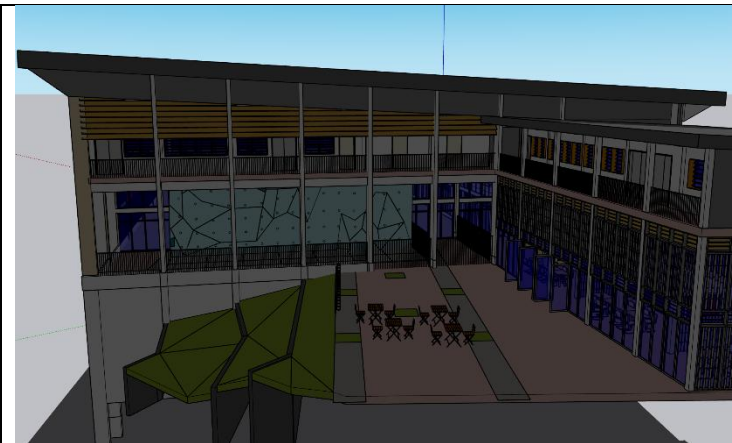
Juin 10h



Juin 12h



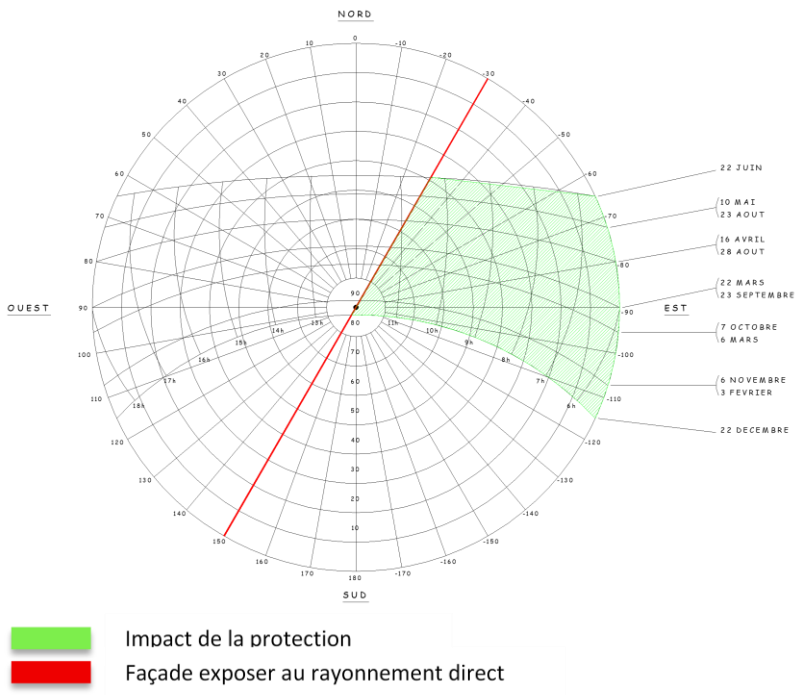
Juin 14h

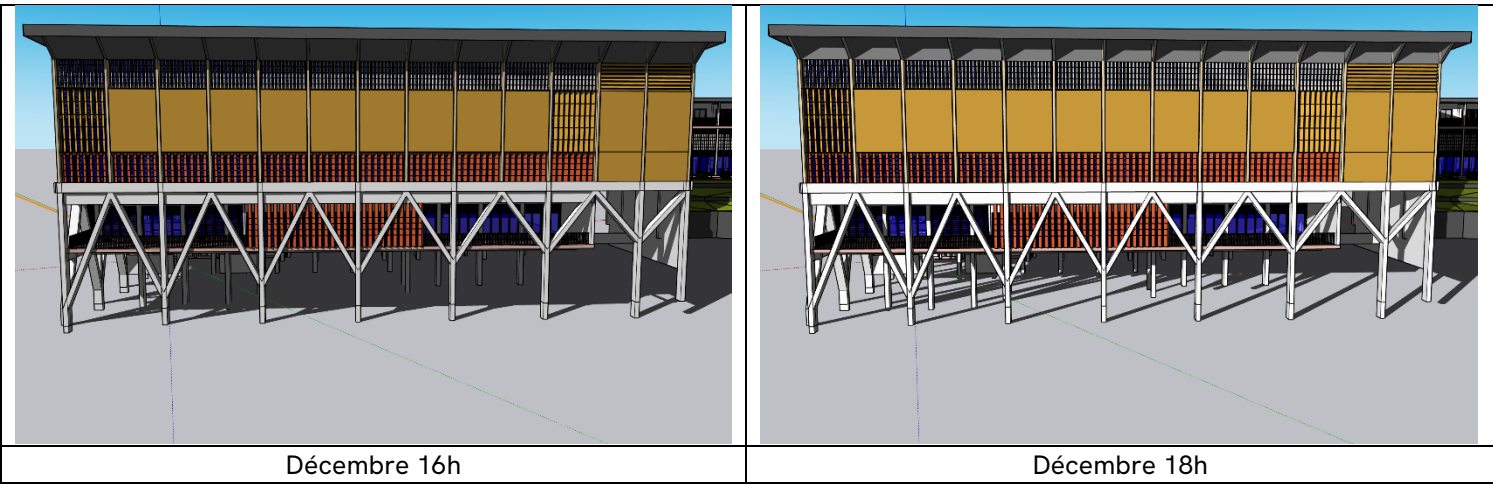
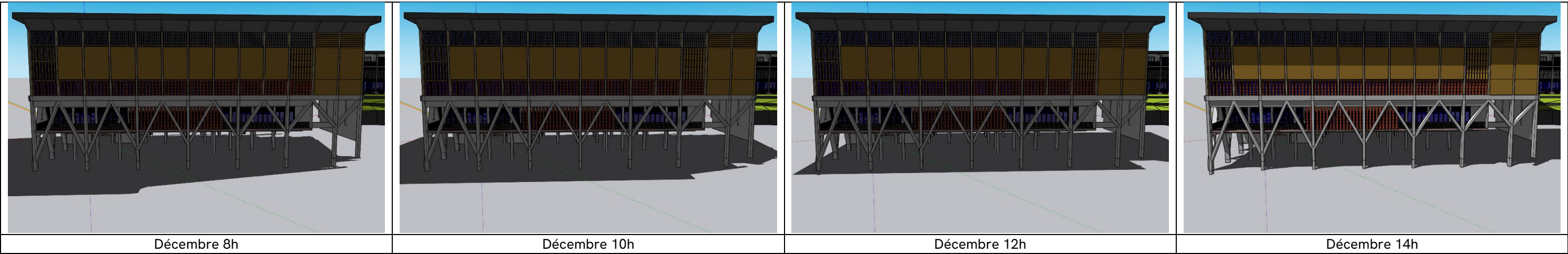


Juin 16h

- **Façade Sud-Est :**
 - Pas d’ensoleillement à partir de 10h.

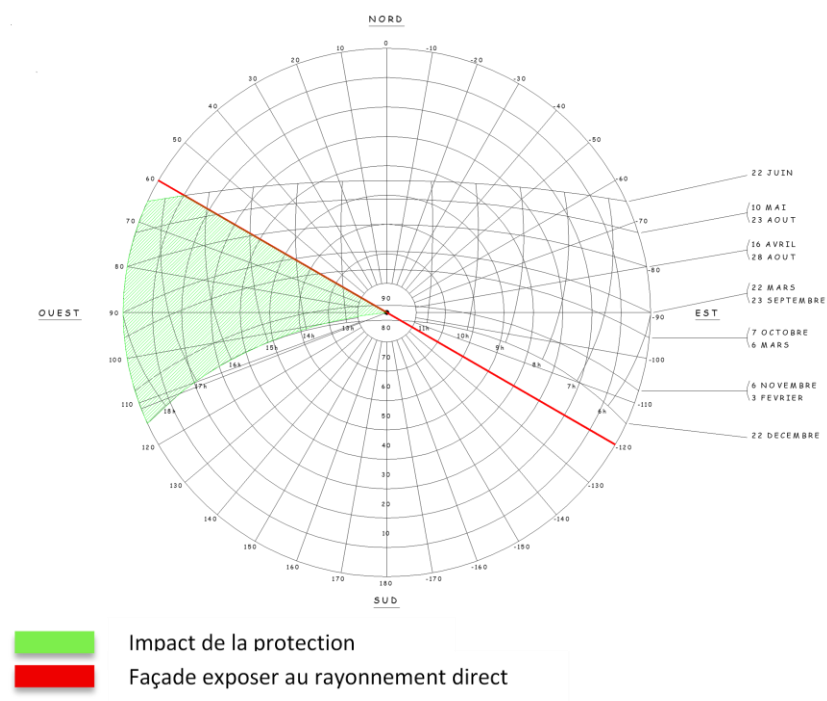
Diagramme de solaire des façades
Façade Sud Est

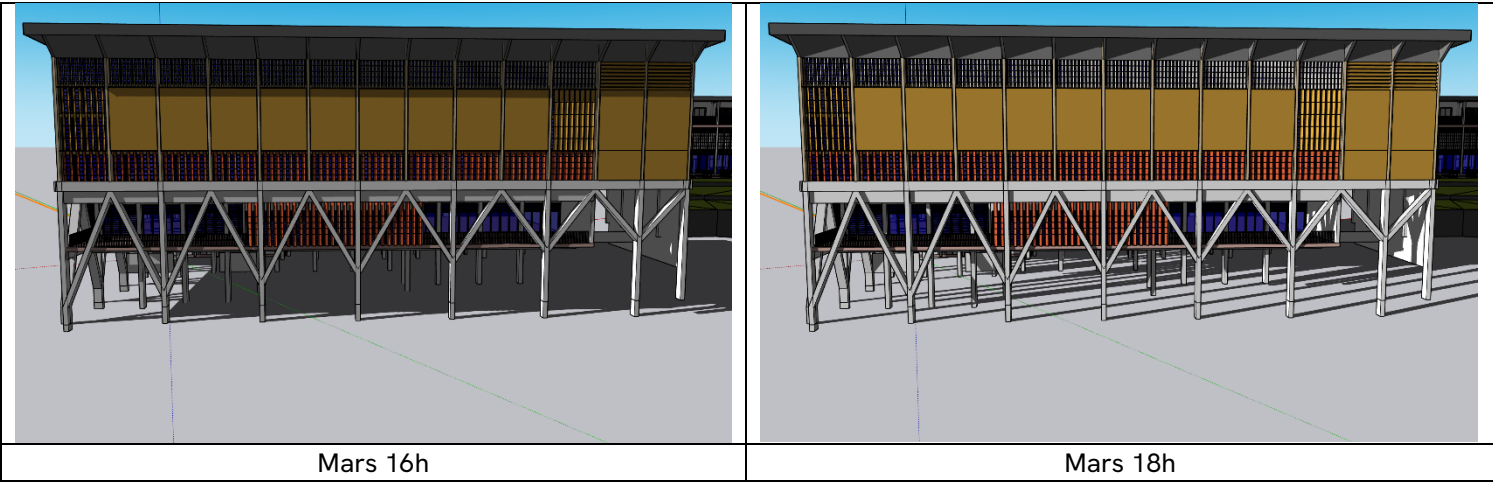
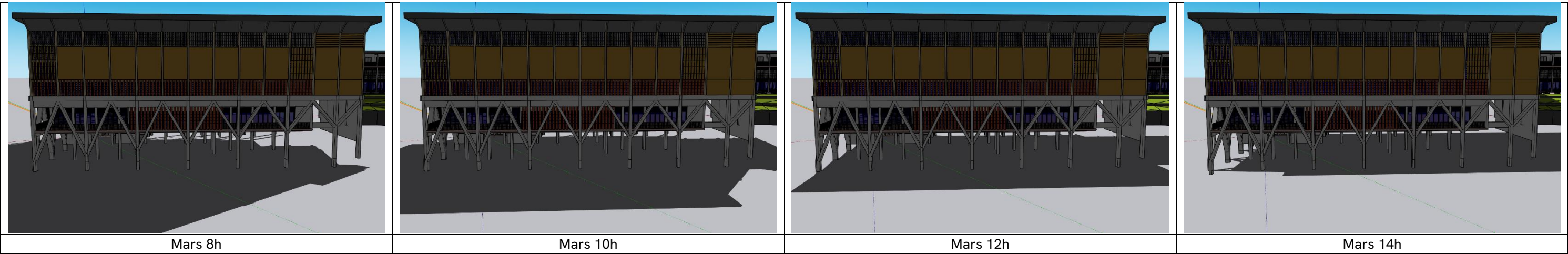




- **Façade Sud-Ouest :**
 - Ensoleillement à partir de 14h.

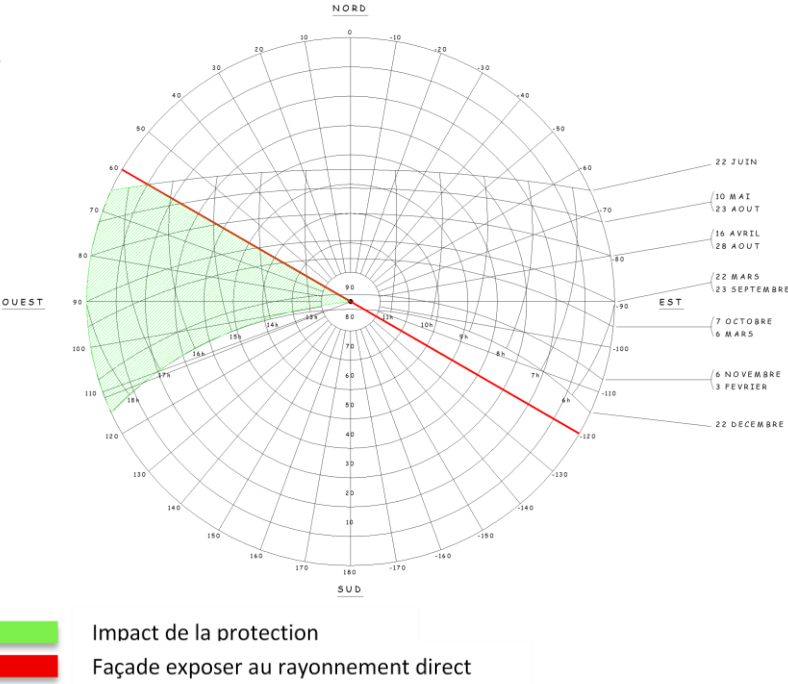
Diagramme de solaire des façades
Façade Sud_ouest

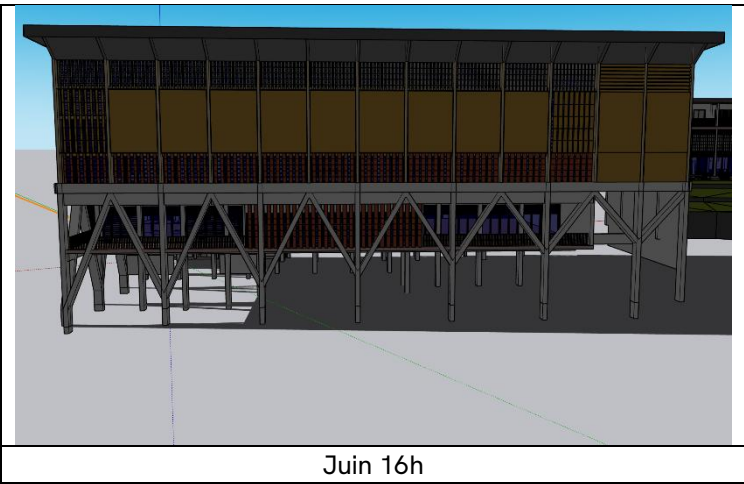
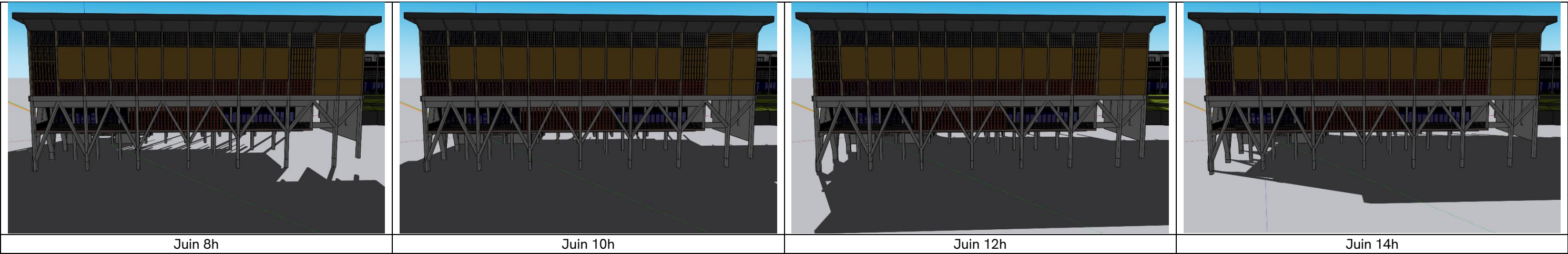




- **Façade Sud-Ouest :**
 - Ensoleillement à partir de 18h.

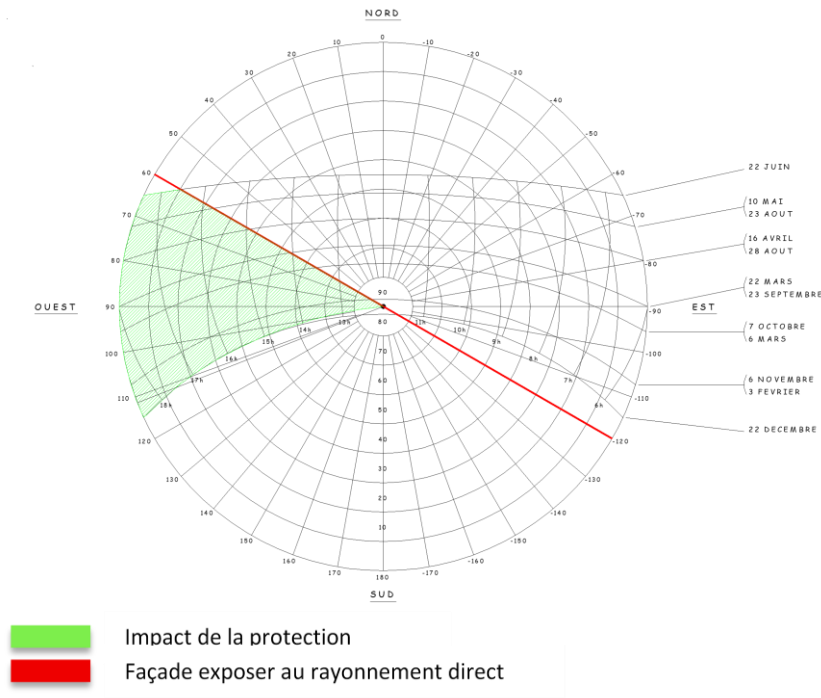
Diagramme de solaire des façades
Façade Sud_ouest



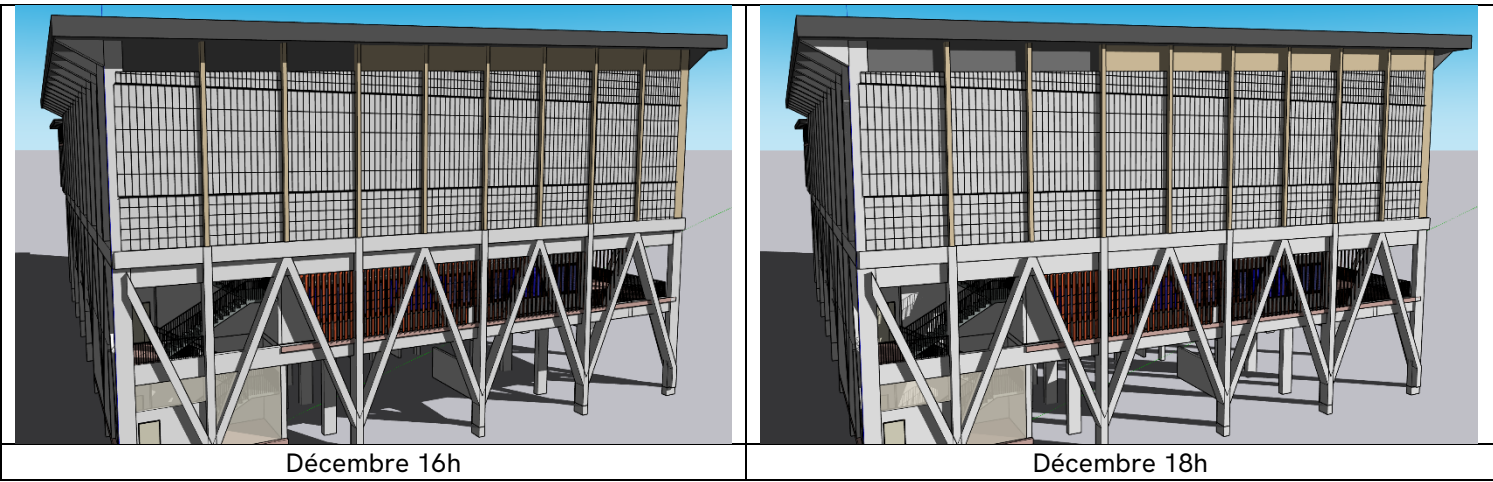
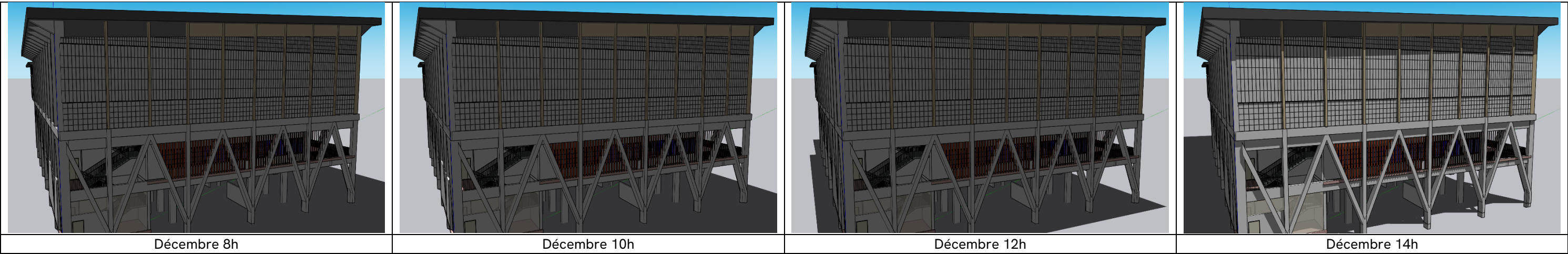


- **Façade Sud-Ouest :**
 - Pas d'ensoleillement

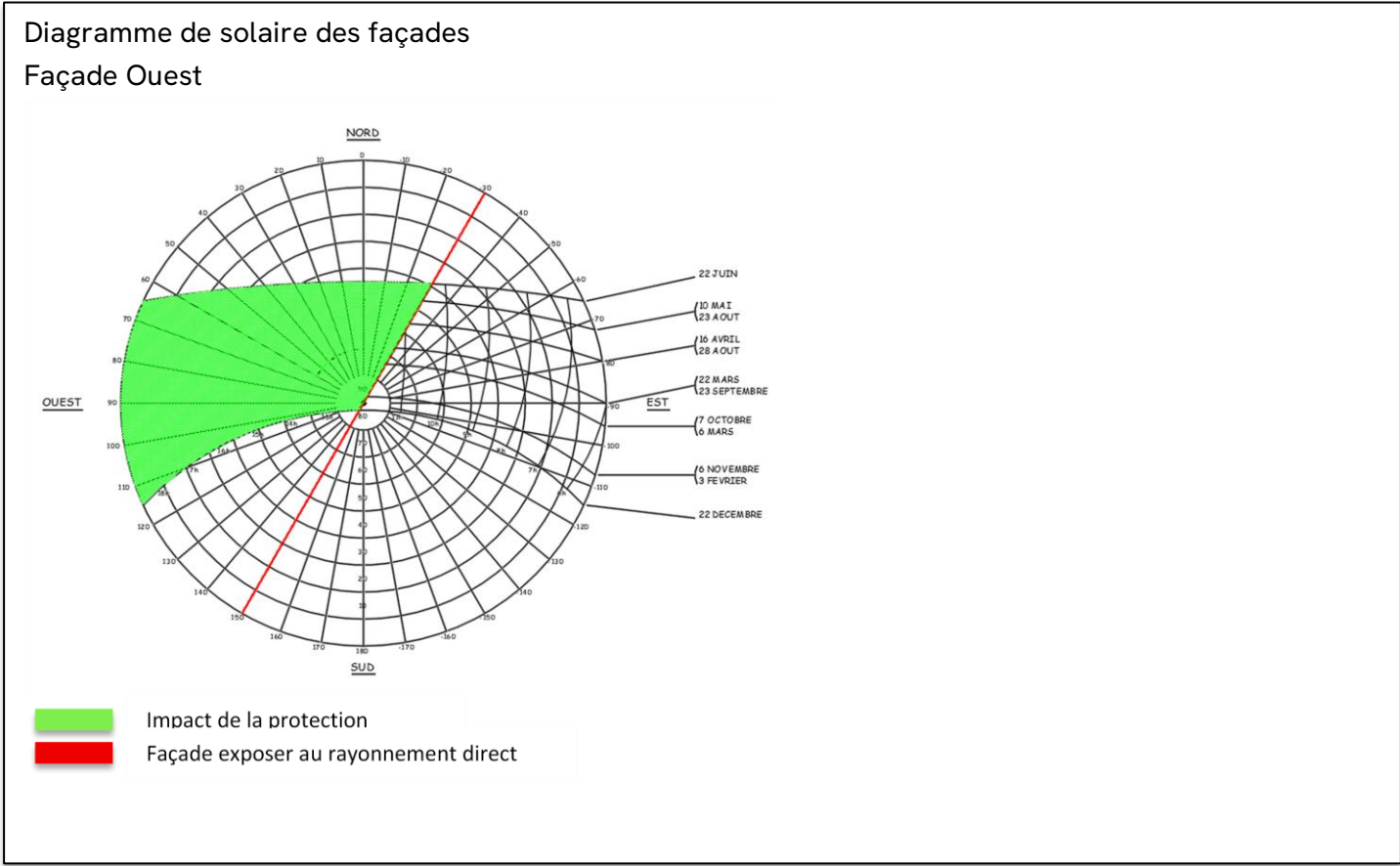
Diagramme de solaire des façades
Façade Sud_ouest

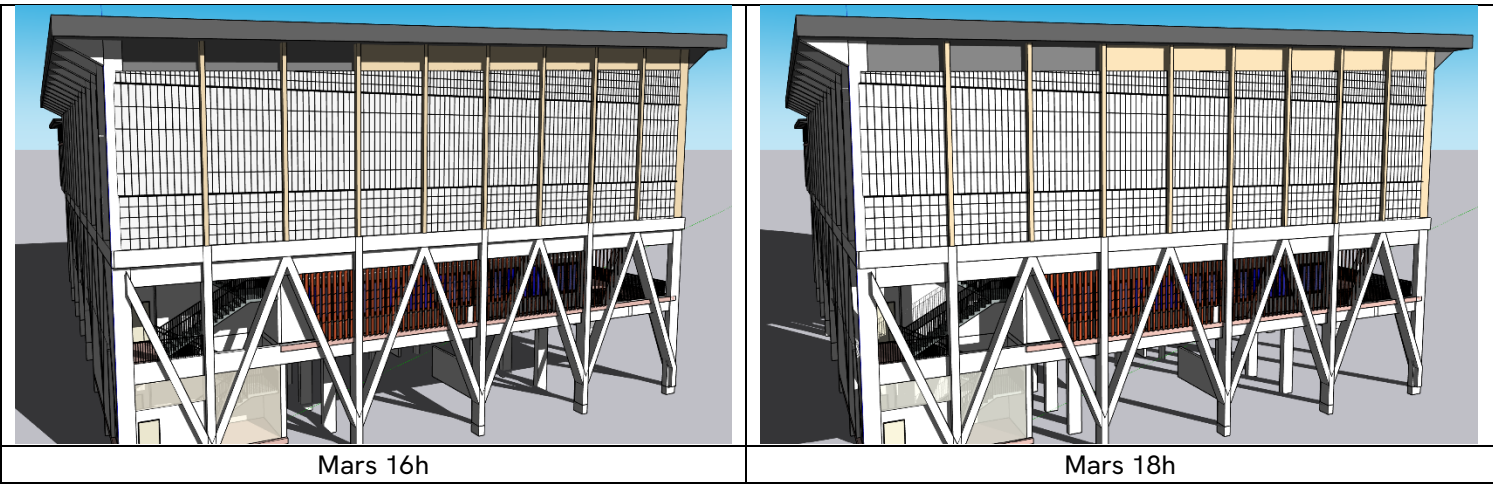
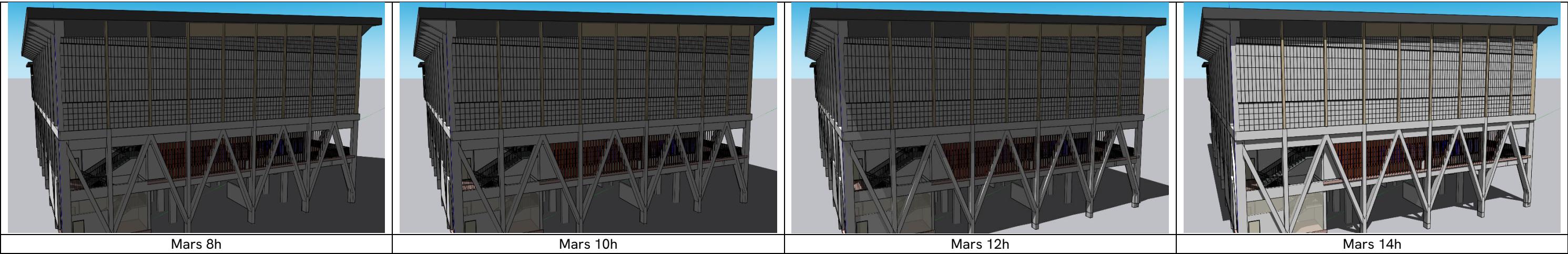


Salle de musculation- Façade Ouest - Décembre



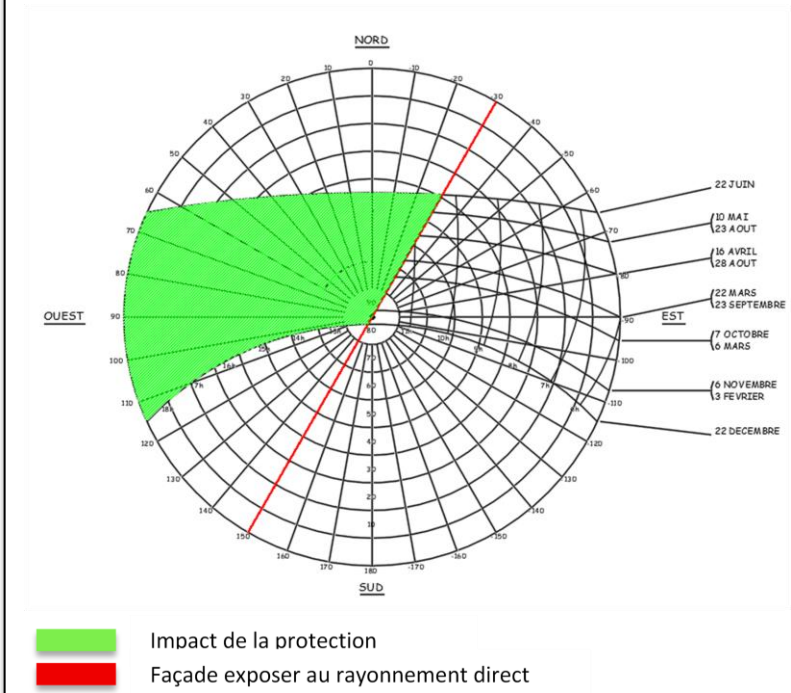
- **Façade Ouest :**
 - Ensoleillement à partir de 14h.

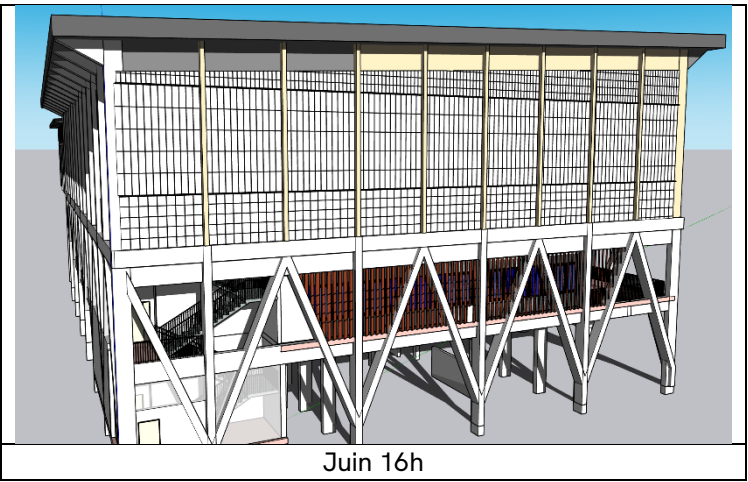
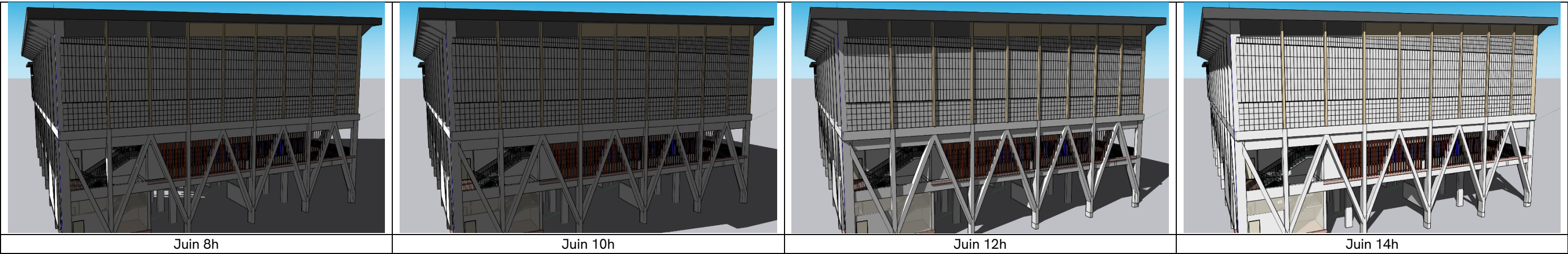




- **Façade Ouest :**
 - Ensoleillement à partir de 13h.

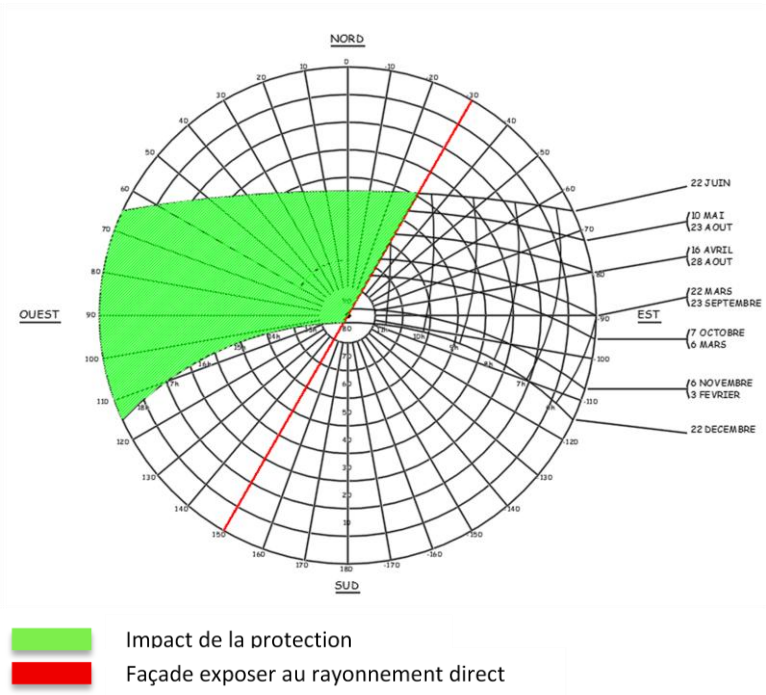
Diagramme de solaire des façades
Façade Ouest

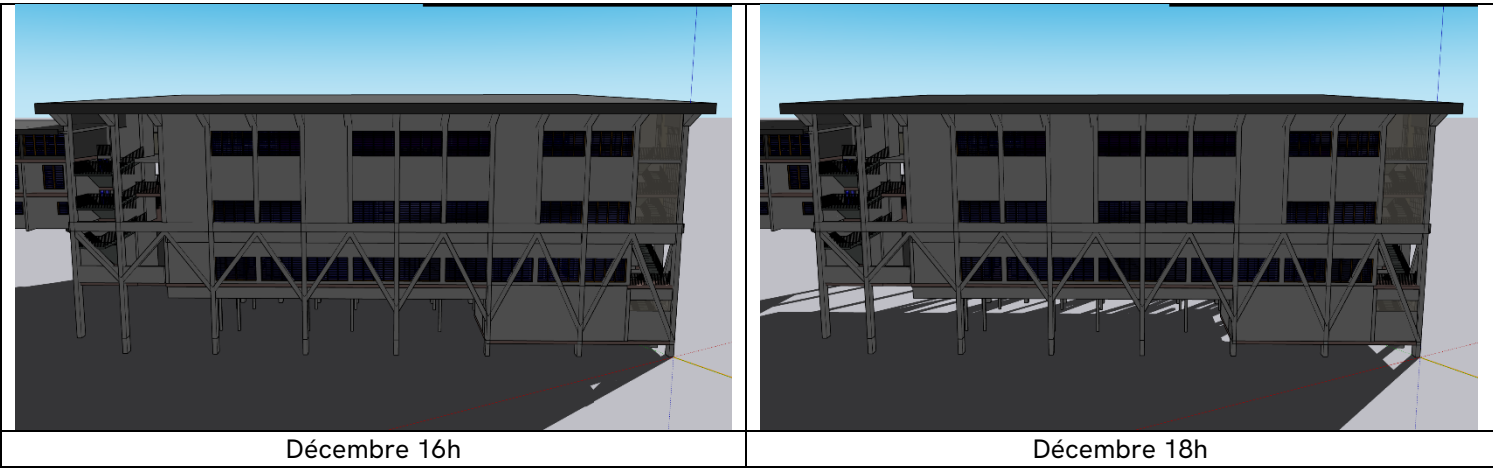
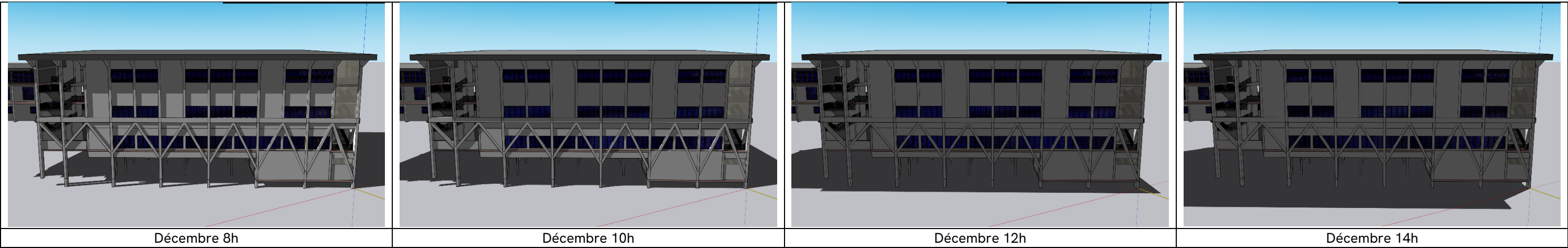




- **Façade Sud-Est :**
 - Ensoleillement à partir de 12h.

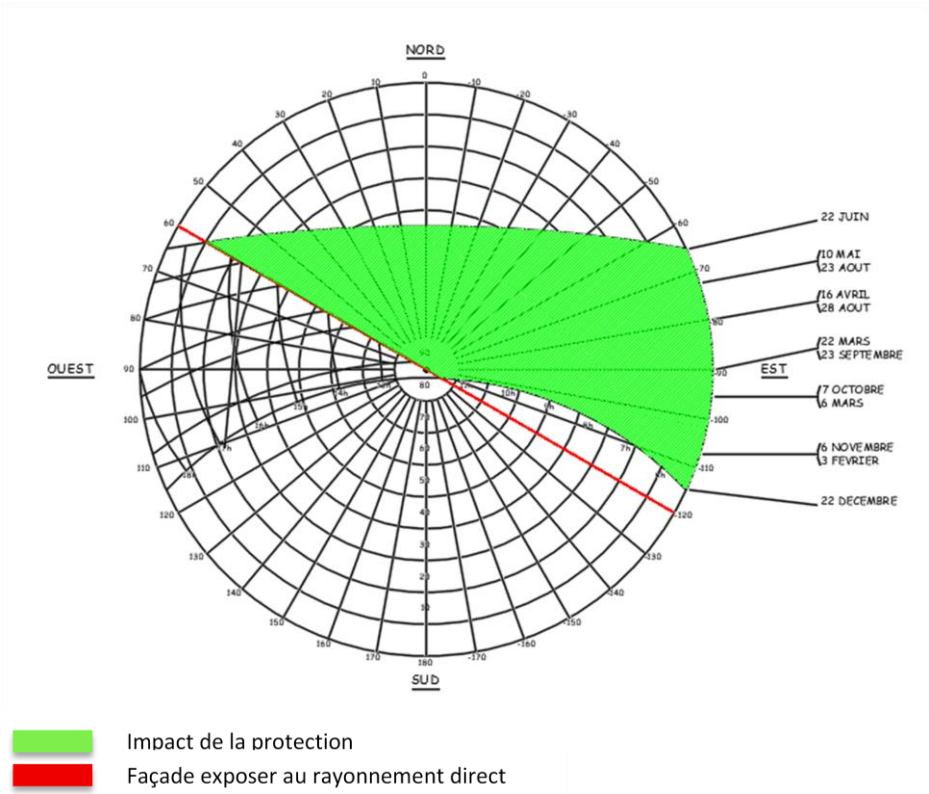
Diagramme de solaire des façades
Façade Ouest

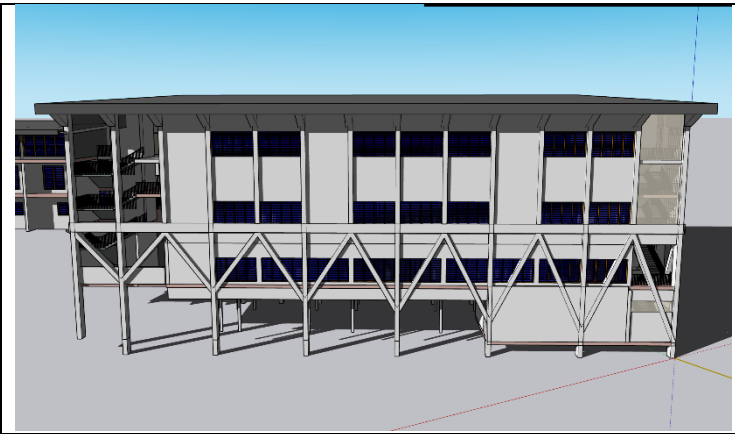




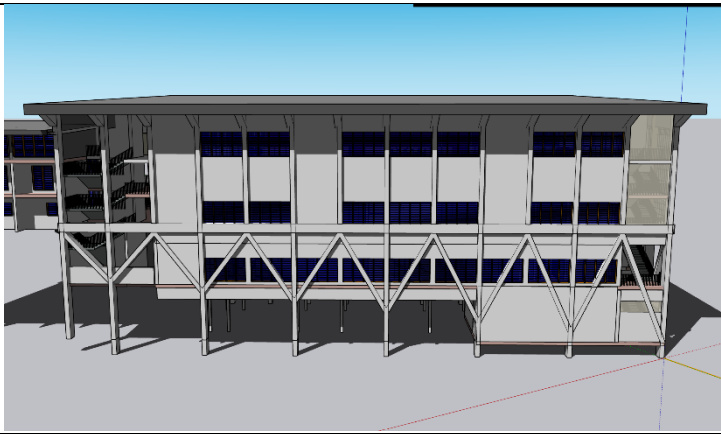
- **Façade Nord :**
 - Ensoleillement jusqu'à 10h.

Diagramme de solaire des façades
Façade Nord

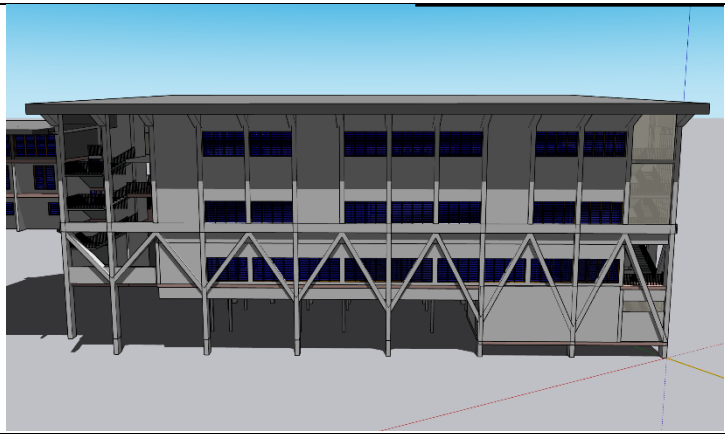




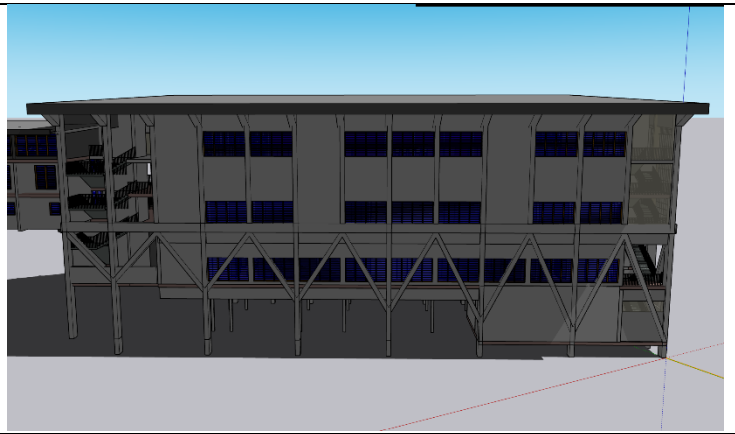
Mars 8h



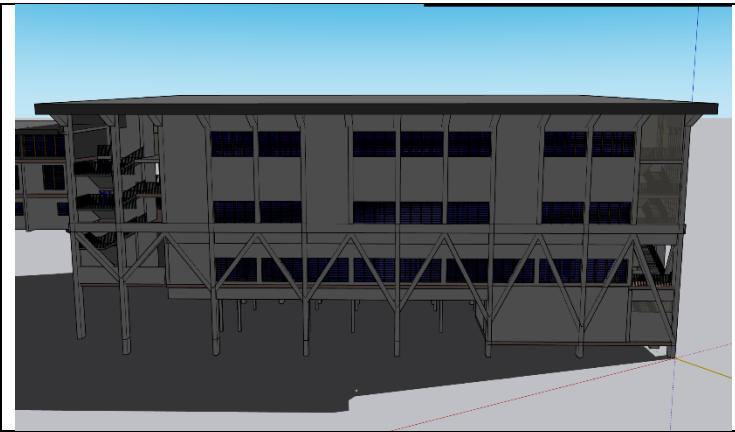
Mars 10h



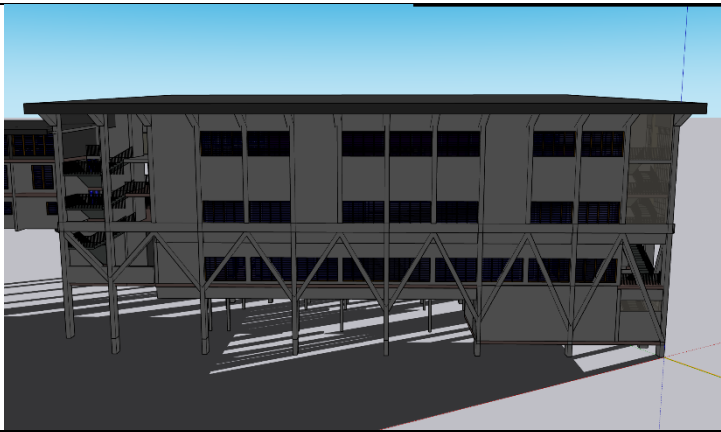
Mars 12h



Mars 14h



Mars 16h

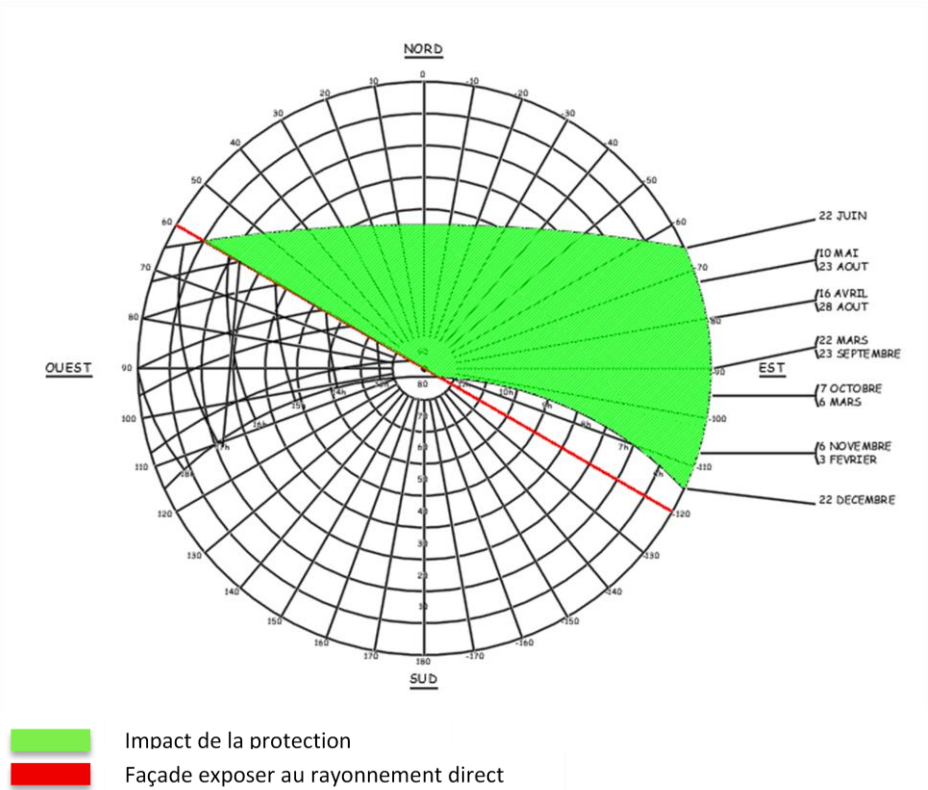


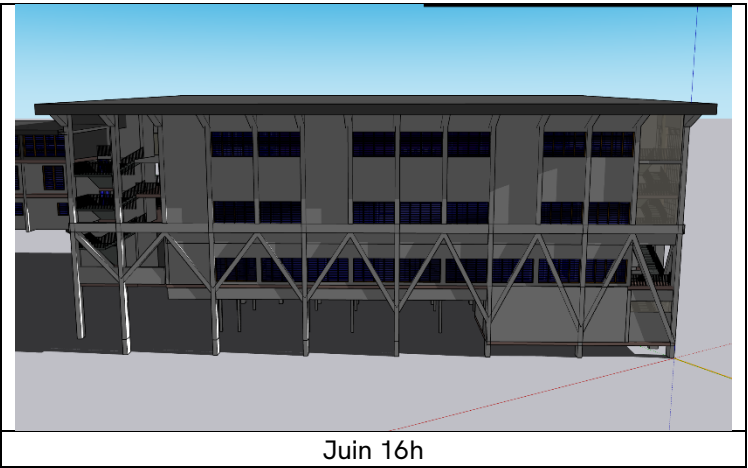
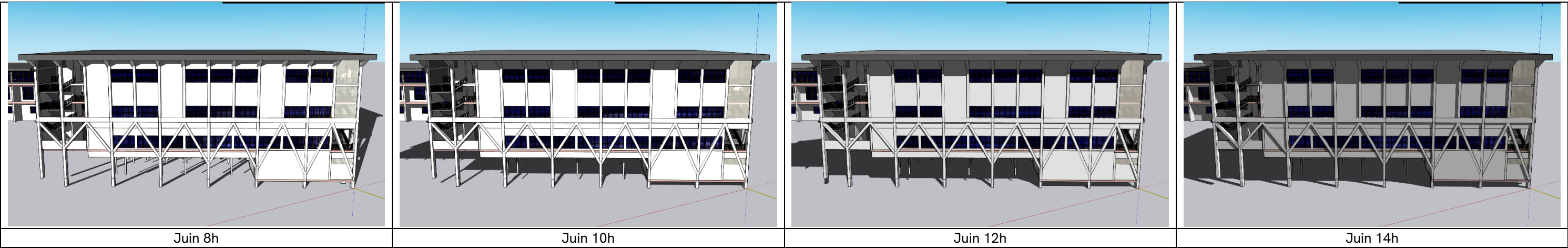
Mars 18h

• **Façade Nord :**

- Ensoleillement jusqu'à 12h.

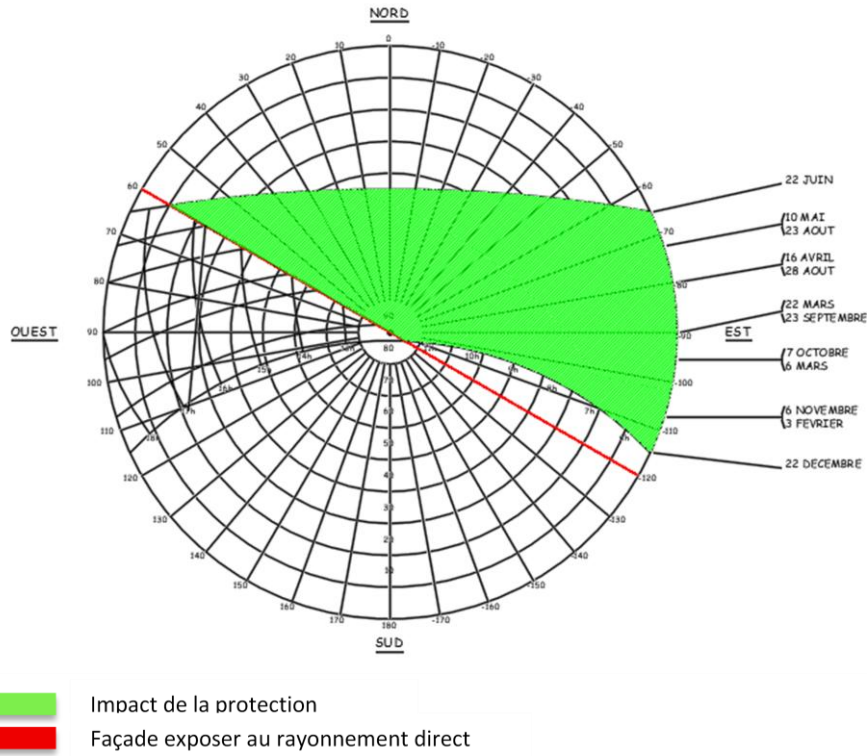
Diagramme de solaire des façades
Façade Nord

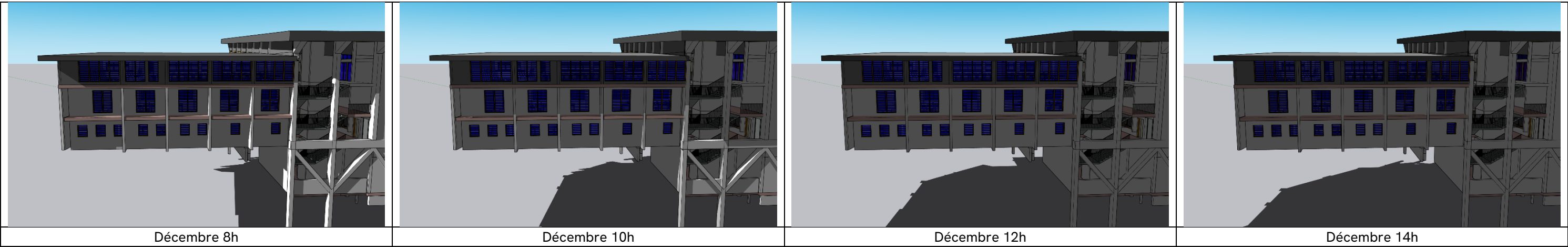




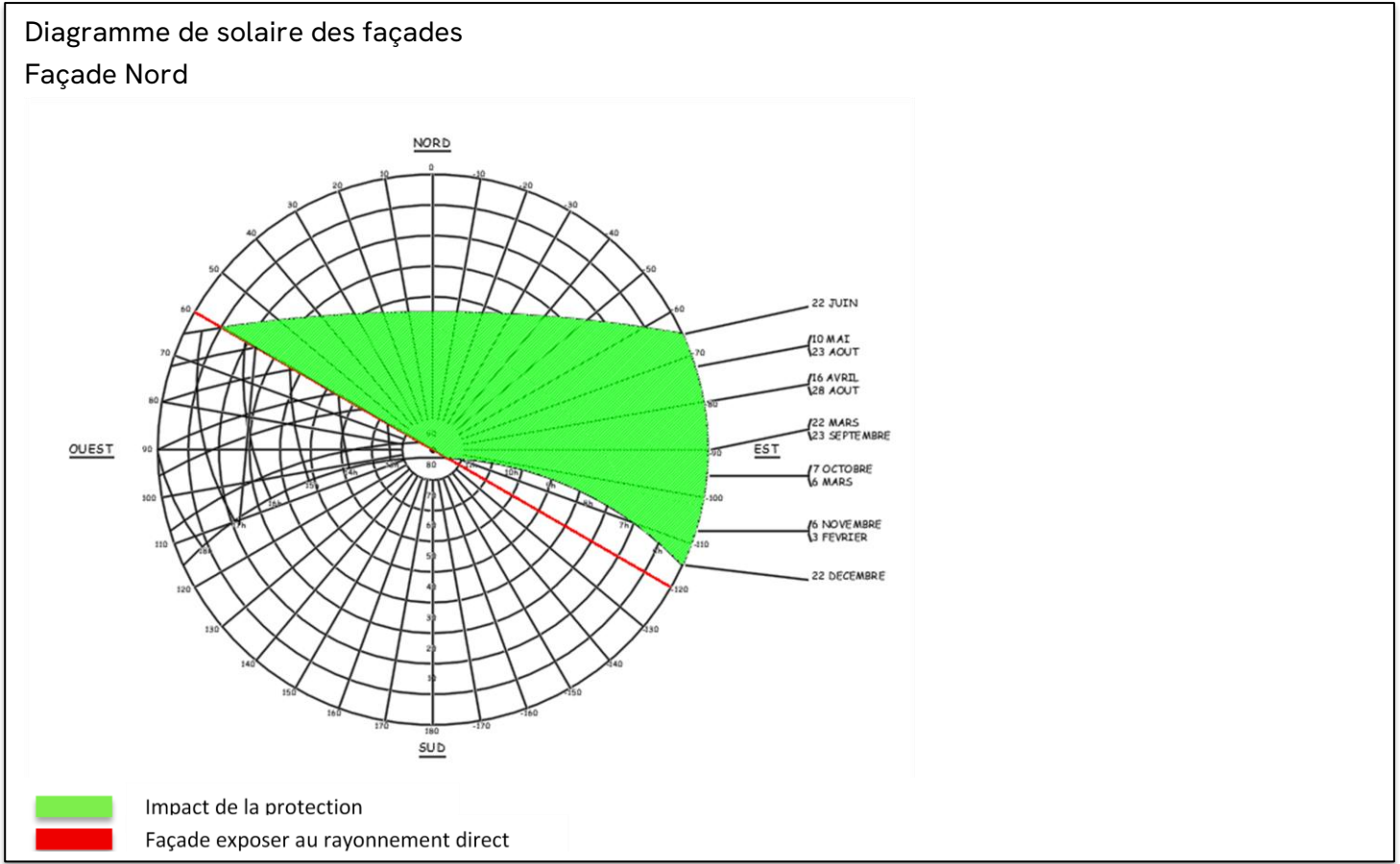
- **Façade Nord :**
 - Ensoleillement jusqu'à 16h.

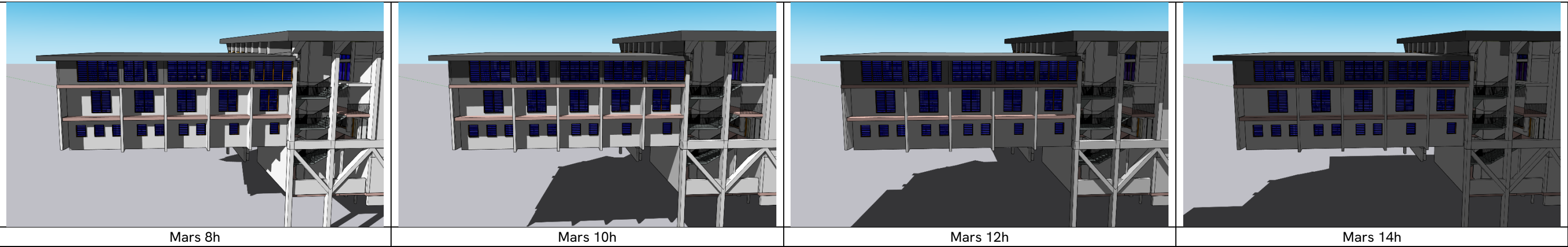
Diagramme de solaire des façades
Façade Nord





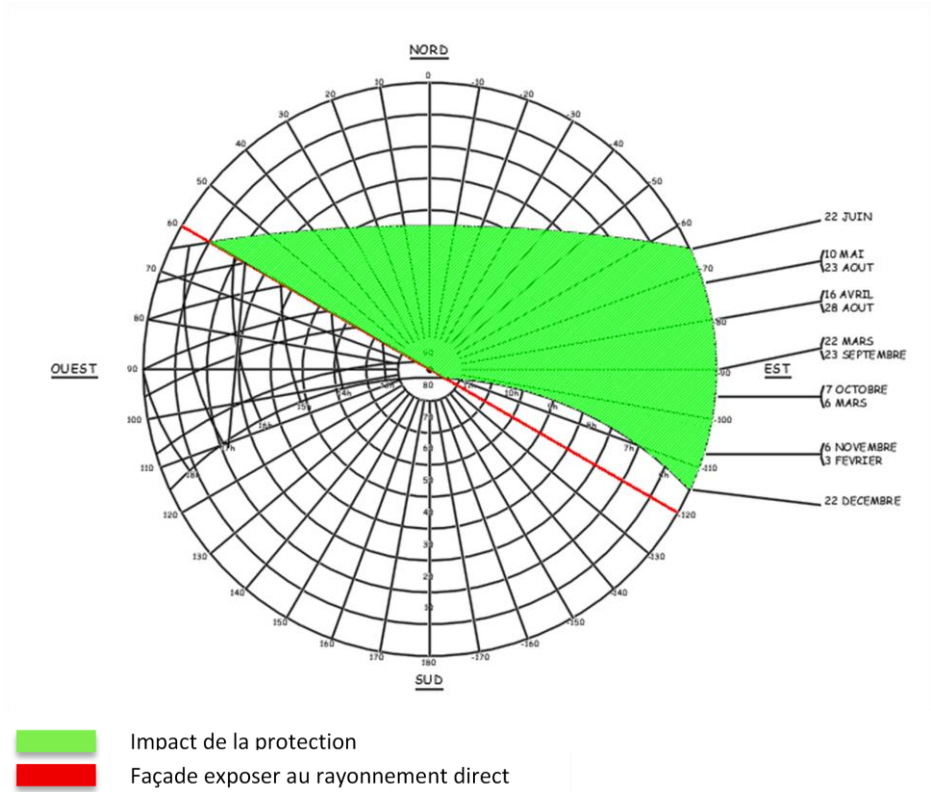
- **Façade Nord :**
 - Pas d'ensoleillement

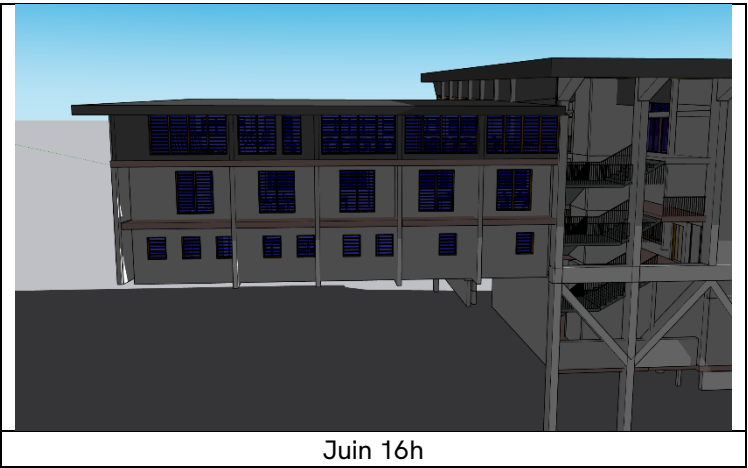




- **Façade Nord :**
 - Ensoleillement jusqu'à 10h.

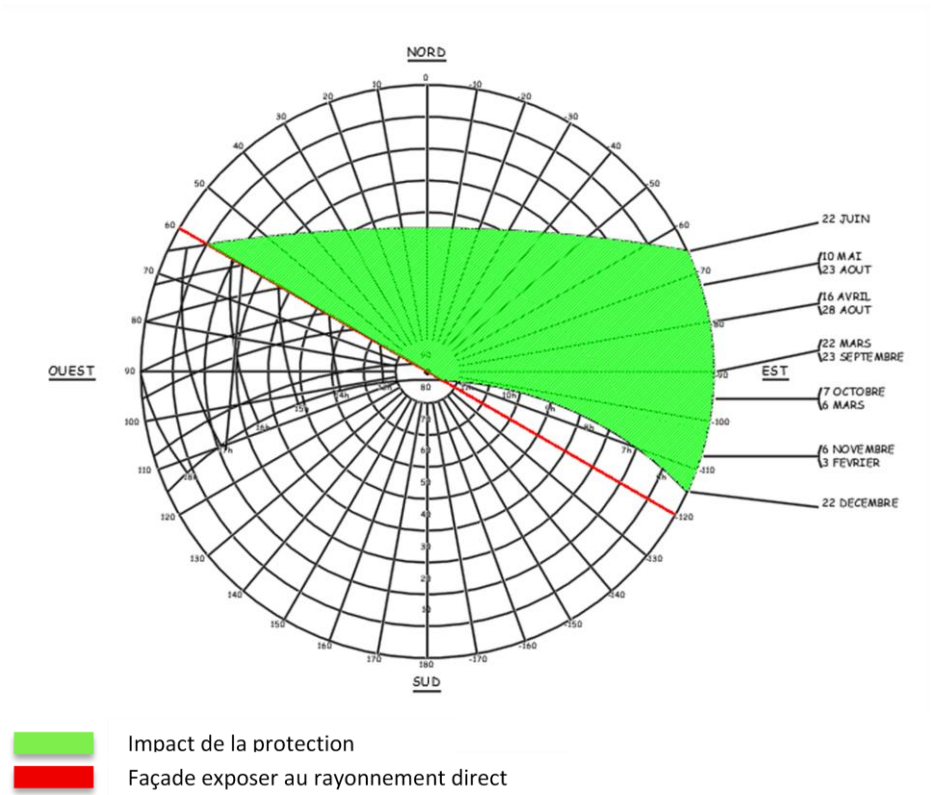
Diagramme de solaire des façades
Façade Nord



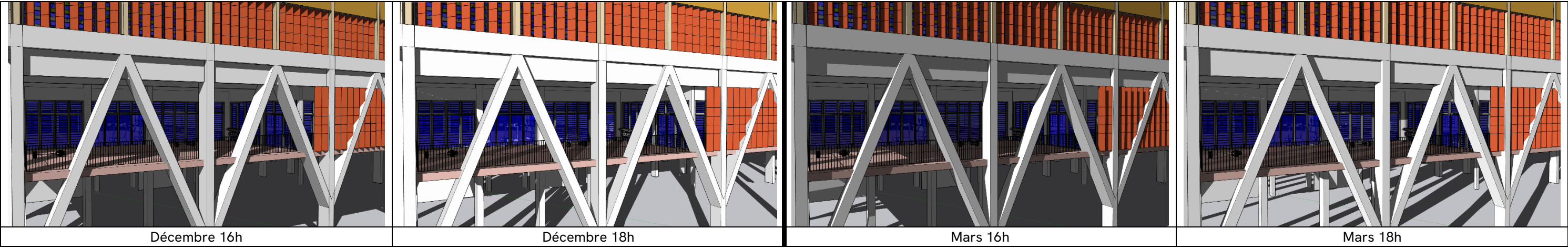


- **Façade Nord :**
 - Ensoleillement jusqu'à 14h.

Diagramme de solaire des façades
Façade Nord



R-1- cas particulier de la dent creuse de la salle de judo – Façade Ouest



- **Façade Ouest :**
 - Ensoleillée à partir de 17h en Décembre et en Mars
 - Pas de sollicitation en juin