



PERMIS DE CONSTRUIRE

Opération « TREED IT »

Lot V1

Cité Descartes_ZAC de la Haute Maison_Champs-sur-Marne

PEPA04 - 04 - Etude FLJ

PERMIS DE CONSTRUIRE

ADIM Paris Île de France / Vinci Construction France_Maître d'ouvrage_61Avenue Jules Quentin_92000 NANTERRE
ISABELLE MENU LUC SAISON_Maître d'œuvre_73 Boulevard montebello_59000 LILLE_T. +33 (0)3 20 36 56 69
ART'UR Architectes_Maître d'oeuvre associé_31 rue Saint Didier_75116 PARIS_T. 01 47 27 53 90
BERIM Ingénierie_Bureau d'études techniques_149 Avenue Jean Lolive_93500 PANTIN_T. 01 41 83 36 36
SLAP_Paysagiste_48 rue Parmentier_59370 MONS-EN-BAROEUL_T. 03 62 52 83 91
AGI2D_Bureau d'études HQE_149 Avenue Jean Lolive_93695 PANTIN_T. 01 41 83 37 17
VERITAS Construction_Bureau de contrôle_38 Avenue Lingenfeld_77100 TORCY BEFSIA_Bureau
d'études SSI_25 rue du Maréchal Foch_78000 VERSAILLES_T. 01 39 50 57 83

Ce document a pour objet de présenter les résultats de l'étude FLJ du projet de construction de la résidence sociale étudiante (RSE), du foyer de jeunes travailleurs (FJT), de la résidence libre (tour bois) et de l'immeuble de bureaux du lot V1 de la Cité Descartes à Champs-sur-Marne.

Il se décompose de la manière suivante :

Sommaire

1. Objectifs.....	3
2. Outils utilisés pour l'étude FLJ.....	4
3. Hypothèses de calcul.....	4
3.1 Locaux étudiés.....	4
3.2 Hypothèses de l'étude.....	5
4. Résultats des simulations.....	6
4.1 FLJ du T1 du RSE.....	7
4.2 FLJ du T1 Sud du RSE.....	8
4.3 Indice d'ouverture des logements du RSE.....	9
4.4 FLJ du T1 du FLJ.....	10
4.5 FLJ du T1 Sud du FJT.....	11
4.6 Les indices d'ouverture des logements du FJT.....	12
4.7 FLJ du Ch3-T6 de la Tour bois.....	13
4.8 FLJ du T1 de la Tour bois.....	14
4.9 Les indices d'ouverture des logements de la Tour-bois.....	15
4.10 FLJ de l'immeuble de Bureaux.....	16
5. Conclusion.....	19

1. Objectifs

Le projet de construction des trois résidences services et de l'immeuble de bureaux sur le lot V1 à Champs-sur-Marne s'inscrit dans une démarche d'amélioration de la qualité environnementale et du bien-être des occupants. Afin de mesurer le niveau d'éclairement naturel perçu par les logements et les bureaux, une étude du Facteur de Lumière du Jour (FLJ) sur des locaux représentatifs du projet et considérés comme les plus défavorables est présentée dans cette note.

Cette étude de confort visuel permet de déterminer les éléments de conception à retenir afin d'optimiser l'éclairage naturel des pièces du projet. Cette étude tient compte de la forme des pièces, des masques générés par les protections solaires, configuration du bâtiment et des masques environnants.

Les trois résidences services font l'objet d'une demande de certification NF Habitat HQE™ niveau « Très Performant » auprès de CERQUAL. Pour obtenir la certification au niveau recherché, il est nécessaire de mesurer les indices d'ouverture pour chaque typologie de logement. Les objectifs en la matière sont les suivants :

- L'indice d'ouverture (Io) des séjours (y compris avec cuisine ouverte) est supérieur ou égal à 15%,
- La valeur de l'Io minorée au maximum de 20% est tolérée (12% ou 8%) pour 20% des logements de l'opération ou 20% des pièces des logements.

En revanche, il n'est pas nécessaire de se conformer au niveau de FLJ demandé dans le référentiel puisqu'il s'agit d'une exigence de niveau supérieur. Il s'agit, donc, ici d'étudier le niveau de FLJ des locaux au regard des objectifs indiqués dans ce référentiel de manière qualitative sans obligatoirement rechercher à s'y conformer. Les objectifs en question sont les suivants :

- Séjour : FLJ moy 2,5% ;
- Chambre : FLJ moy 1,8% ;
- Cuisine fermée : FLJ moy 1,2%.

Concernant les espaces de travail de l'immeuble de bureaux, les exigences en FLJ à respecter en premier jour sont les suivants conformément à la cible 10 confort visuel du référentiel NF HQE™ Bâtiments Tertiaires :

- $FLJ_{\text{minimum}} \geq 2\%$ pour 80% de la surface de la zone de premier rang, dans 80% des locaux concernés (en surface) ;
- $FLJ_{\text{minimum}} \geq 1,2\%$ pour 80% de la surface de la zone de premier rang, dans 90% de locaux concernés (en surface).

Les bureaux étant équipés d'écrans, les exigences ci-dessus peuvent être réduites de 0,5%.

2. Outils utilisés pour l'étude FLJ

L'étude est basée sur :

- Les plans, coupes et façades produites par les architectes de l'opération
- Le plan masse du projet pour la modélisation des masques engendrés par les bâtiments alentours.

L'étude pour les logements est réalisée sous le logiciel DIAL+, version 2.0.00, de la société Estia. Le modèle de ciel utilisé est le ciel couvert uniforme CIE.

Le logiciel utilisé dans le cadre de l'étude des bureaux est le module Enelight du logiciel Alcyone dans sa version 3.7.2.2.

Enelight est basé sur le moteur Radiance, avec un algorithme sous-jacent de type lancer de rayon.

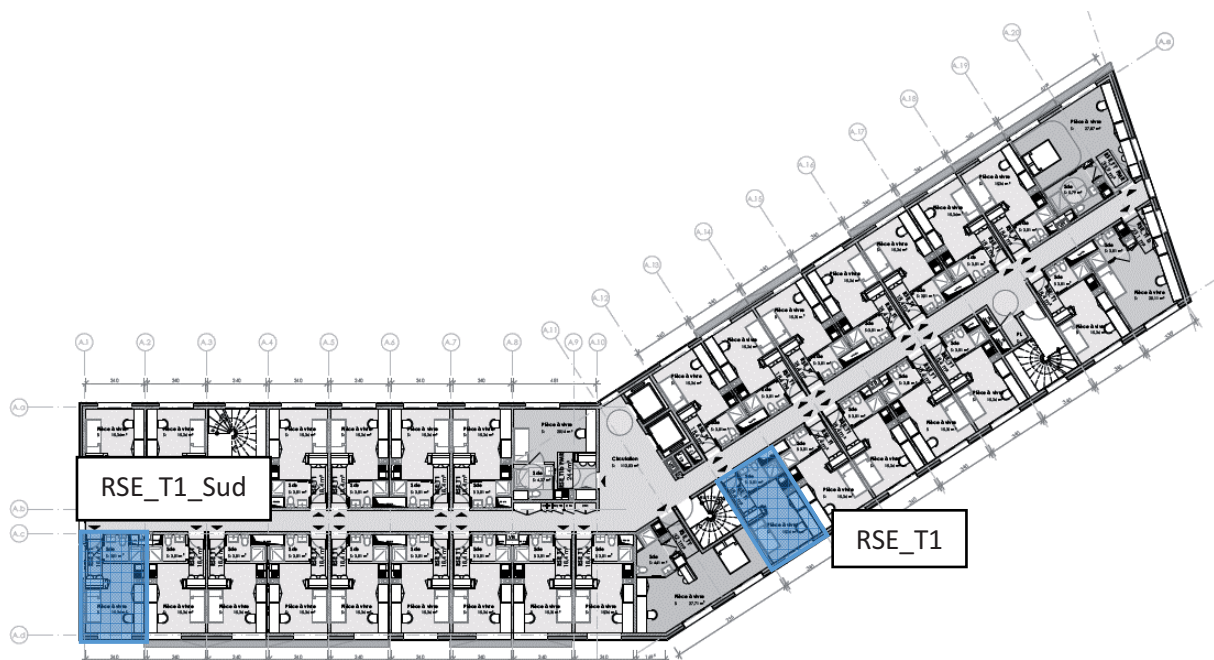
Le modèle de ciel utilisé est le modèle Ciel couvert uniforme CIE.

3. Hypothèses de calcul

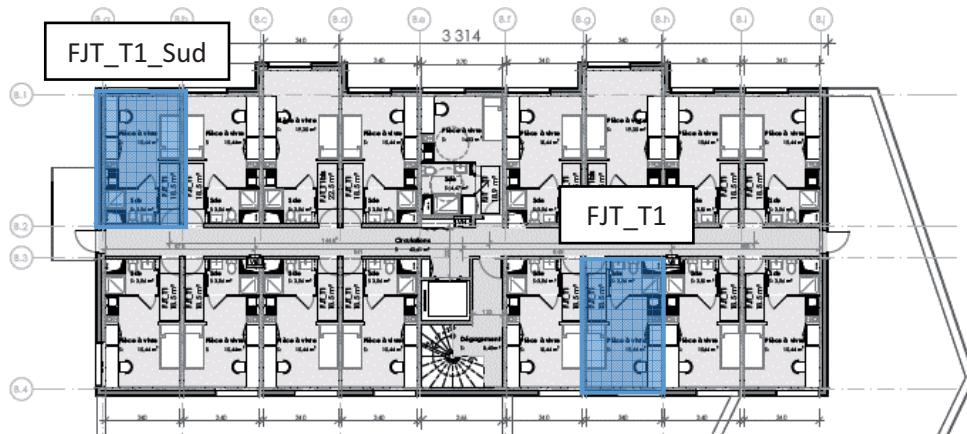
3.1 Locaux étudiés

Pour chaque résidence, les logements considérés comme étant représentatifs et les plus défavorables ont fait l'objet d'une étude FLJ. Ces derniers sont dits défavorables car pénalisés par leur localisation dans le projet (situés au R+1 et vis-à-vis important par rapport aux bâtiments voisins).

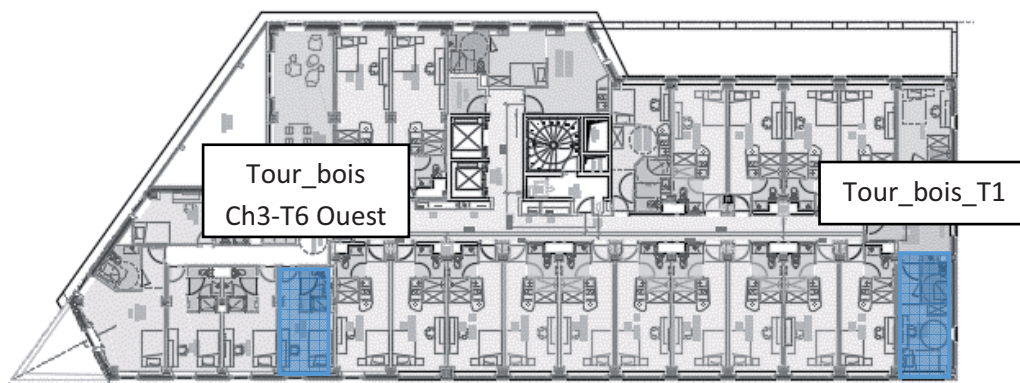
Les logements étudiés sont identifiés sur les plans suivants :



Plan du R+1 de la RSE avec les deux logements étudiés



Plan du R+1 du FJT avec les deux logements étudiés



Plan du R+1 de la tour bois avec les deux logements étudiés

3.2 Hypothèses de l'étude

Le facteur de lumière du jour est le rapport entre l'éclairement intérieur reçu en un point donné et l'éclairement extérieur sur une surface horizontale en site dégagé et par ciel couvert.

$$FLJ [\%] = (E_{int} / E_{ext}) \times 100$$

L'éclairement intérieur reçu est calculé sur le plan utile. Ici, la hauteur du plan utile considérée pour les logements et les bureaux est de 0,70 m. La hauteur sous plafond est prise à 2,50 m pour les logements et à 2,60 m pour les bureaux.

Dans les logements, un maillage d'espacement fixe 20 cm x 20 cm, automatiquement généré par le logiciel, est utilisé tandis qu'un maillage d'espacement 50 cm x 50 cm est utilisé pour les bureaux.

Données géographiques :

Le projet se situe à Champs-sur-Marne, commune située dans la Seine-et-Marne. Pour les calculs, la ville de référence considérée est Paris.

Coefficients de réflexion :

Pour l'ensemble des « objets » qui composent le modèle, sauf indication contraire, on retient les

coefficients de réflexion suivants :

Parois internes des locaux	
Surface	Coefficient de réflexion
Sol (logements)	0,30
Sol (bureaux)	0,20
Mur	0,70
Plafond	0,70
Masques et environnement	
Surface	Coefficient de réflexion
Sol extérieur : rue, cour	0,20
Horizon proche	0,40
Horizon lointain	0,40

Rappel :

Sauf précision contraire, ne sont pas pris en compte dans la modélisation : le choix du mobilier (couleur, aspect) et son implantation. Attention toutefois, la position du mobilier influence fortement les niveaux réels d'éclairage naturel. Les surfaces doivent être les plus lisses et mates possibles.

Menuiseries et vitrages :

Pour les menuiseries on considère que la part de cadre représente 20%. La transmission lumineuse du vitrage est de 70 %. On considère une épaisseur de mur de 50 cm et une position du vitrage plutôt intérieure.

Les masques :

Les principaux masques extérieurs considérés pour cette étude sont les bâtiments entre eux. Les bâtiments en dehors de la parcelle du projet sont relativement éloignés des futures résidences pour être considérés comme masquant.

4. Résultats des simulations

Les résultats suivants sont donnés par local avec les résultats graphiques des facteurs de lumière du jour dans l'ensemble de la pièce (dégradé de bleu, légendé) et les valeurs moyennes sur le local.

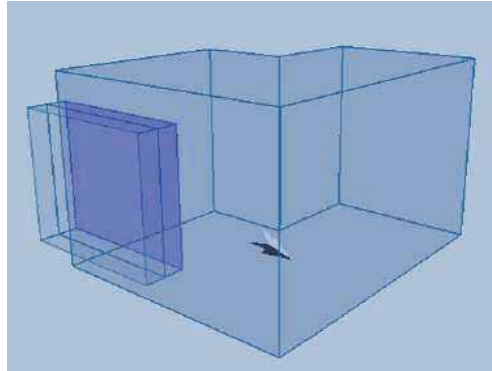
4.1 FLJ du T1 du RSE

Il s'agit d'un logement type T1 situé au R+1 de la RSE orienté Nord-est.

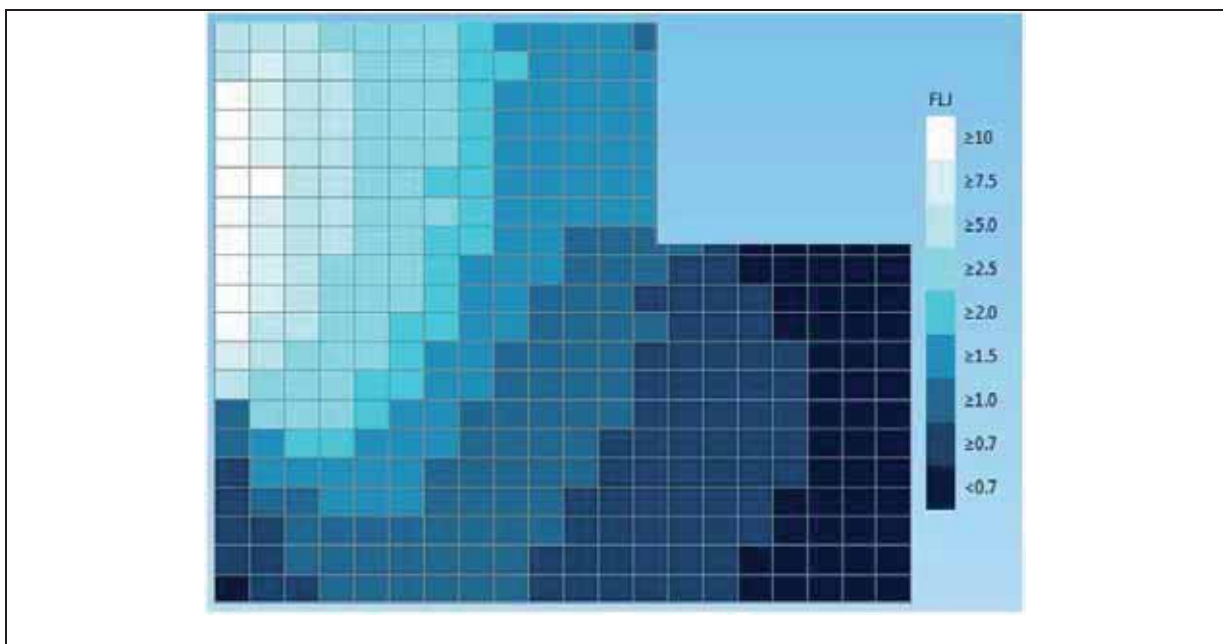
Dimension des châssis : 1,9 m x 1,6 m = 3 m²

Indice d'ouverture : 3 m² / 15,36 m² = 19,8 % → Conforme à l'exigence NF Habitat HQE™ (15 %).

Modélisation :



Résultats :



Ce logement présente un FLJ moy de 2,3 %.

Ce résultat est légèrement en deçà de l'objectif fixé dans le référentiel pour un séjour à savoir 2,5 %.

Ce résultat peut être considéré comme positif pour l'opération puisque s'agissant du logement le plus défavorable cela signifie que les autres logements ont un résultat à minima semblable et même bien meilleur pour les étages supérieurs (moins masqués).

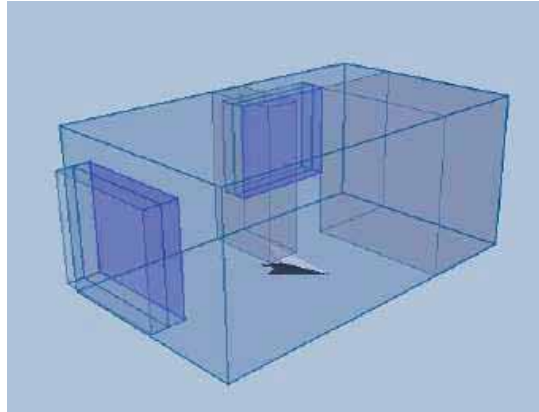
4.2 FLJ du T1 Sud du RSE

Il s'agit d'un logement type T1 situé au R+1 de la RSE orienté Sud et Sud-est.

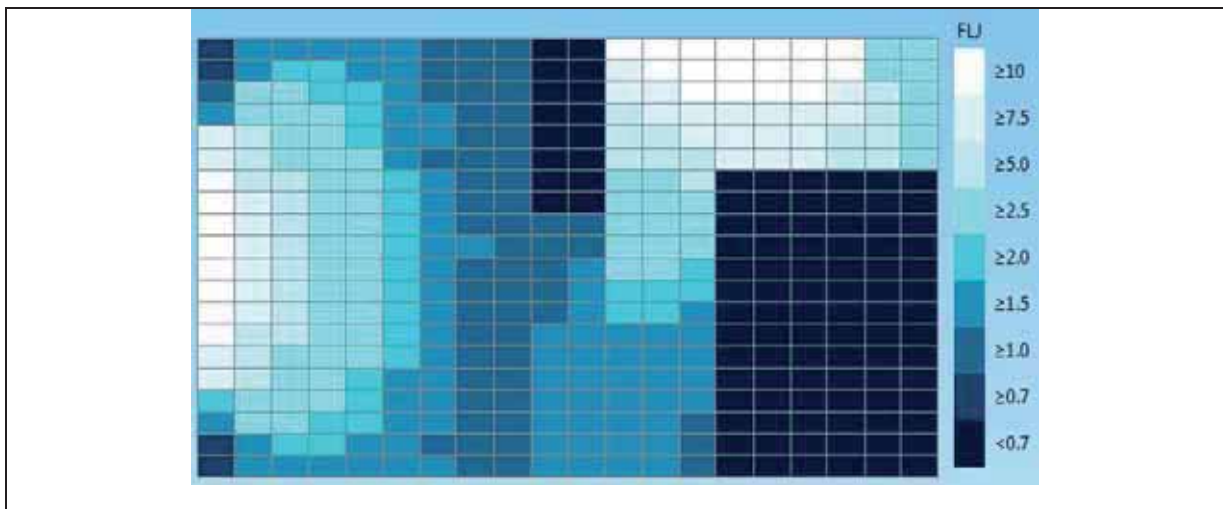
Dimension des châssis : $2 \times 1,9 \text{ m} \times 1,6 \text{ m} = 6 \text{ m}^2$

Indice d'ouverture : $6 \text{ m}^2 / 15,36 \text{ m}^2 = 39 \%$ → Conforme à l'exigence NF Habitat HQE™ (15 %).

Modélisation :



Résultats :



4.3 Indice d'ouverture des logements du RSE

Les indices d'ouvertures ont été calculés pour chaque typologie de logement :

	Surface séjour (m ²)	Ouverture (m ²)	Io
RSE_T1	15,36	6,08	39,58%
RSE_T1	15,36	3,04	19,79%
RSE_T1b PMR	19,81	3,04	15,35%
RSE_T1'	26,25	6,08	23,16%
RSE_T1b	20,11	3,04	15,12%
RSE_T1' PMR	27,87	9,98	35,81%

Tous les T1 sont conformes aux exigences d'indice d'ouverture minimum de 15%.

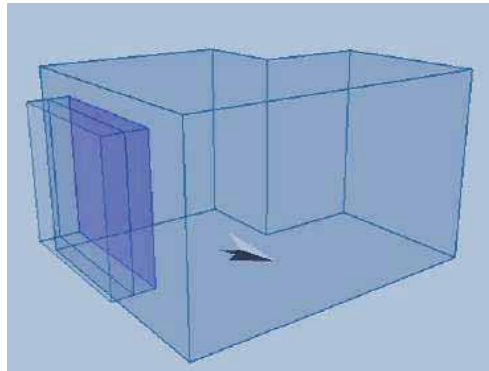
4.4 FLJ du T1 du FLJ

Il s'agit d'un logement type T1 situé au R+1 du FJT orienté Sud-est.

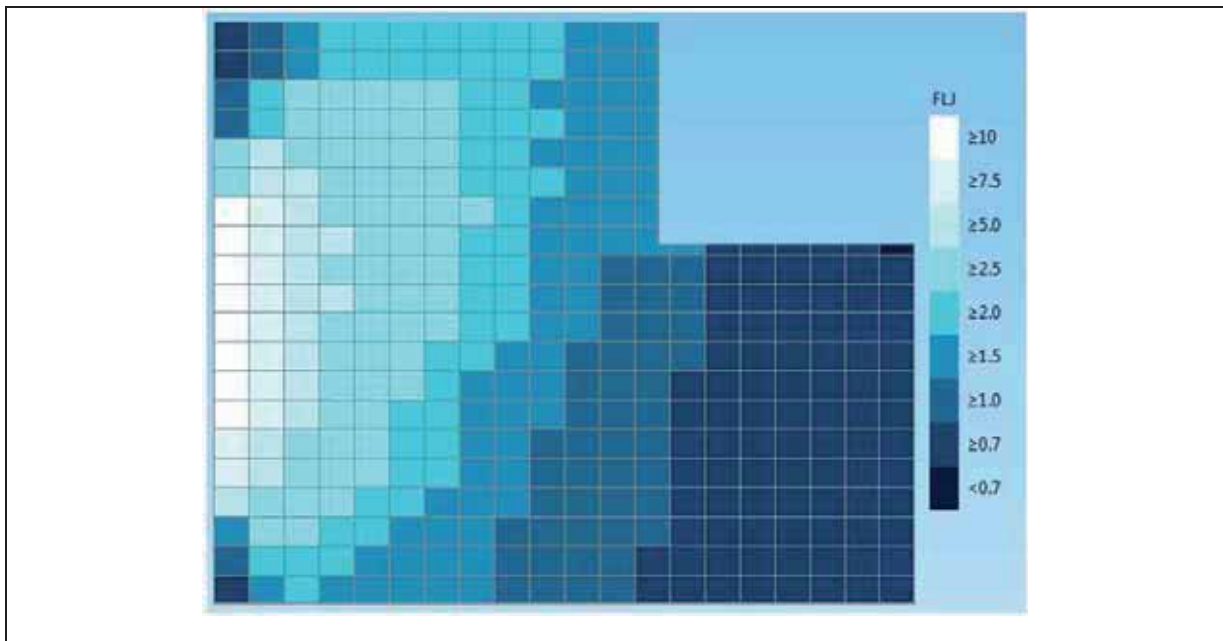
Dimension des châssis : 1,9 m x 1,7 m = 3,2 m²

Indice d'ouverture : 3,2 m² / 15,36 m² = 21 % → Conforme à l'exigence NF Habitat HQE™ (15 %).

Modélisation :



Résultats :



Ce logement présente un FLJ moy de 2,4 %.

Ce résultat est quasiment équivalent à l'objectif fixé dans le référentiel pour un séjour à savoir 2,5 %.

Ce résultat est positif pour l'opération puisque s'agissant du logement le plus défavorable cela signifie que les autres logements ont un résultat à minima semblable et même bien meilleur pour les étages supérieurs (moins masqués).

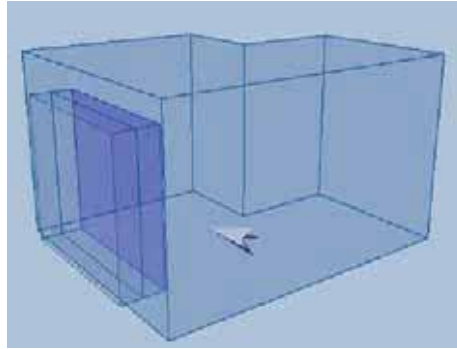
4.5 FLJ du T1 Sud du FJT

Il s'agit d'un logement type T1 situé au R+1 du FJT orienté Nord-ouest.

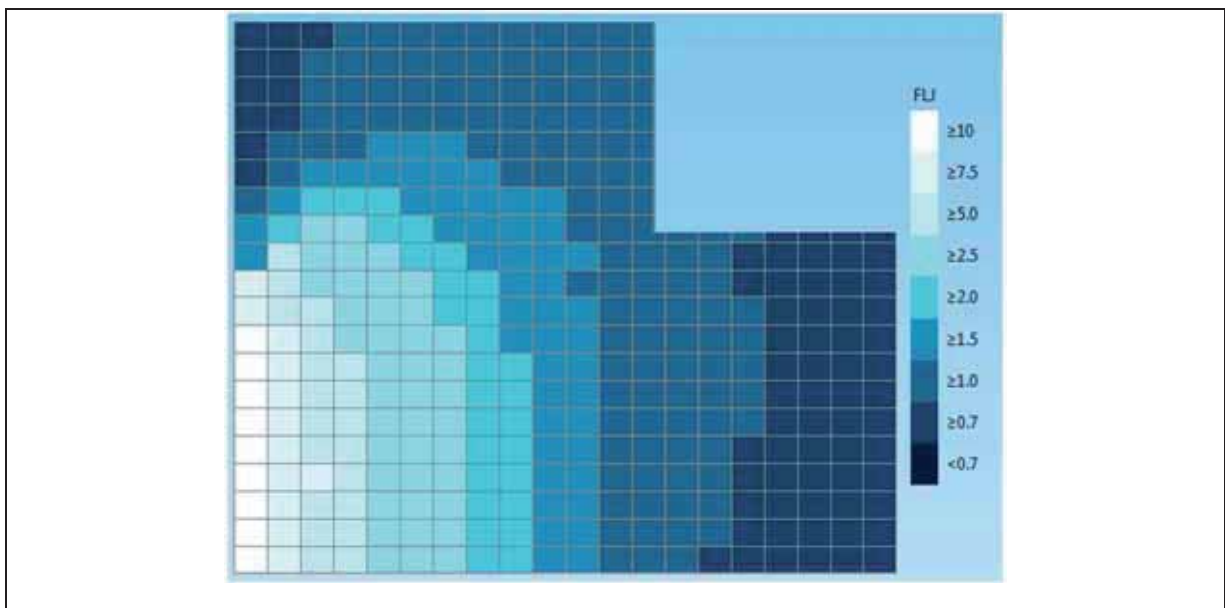
Dimension des châssis : 1,9 m x 1,7 m = 3,2 m².

Indice d'ouverture : 3,2 m² / 15,36 m² = 21 % → Conforme à l'exigence NF Habitat HQE™ (15 %).

Modélisation :



Résultats :



Ce logement présente un FLJ moyen de 2,4 %.

Ce résultat est quasiment équivalent à l'objectif fixé dans le référentiel pour un séjour à savoir 2,5 %.

Ce résultat est positif pour l'opération puisque s'agissant du logement le plus défavorable cela signifie que les autres logements ont un résultat à minima semblable et même bien meilleur pour les étages supérieurs (moins masqués).

4.6 Les indices d'ouverture des logements du FJT

Les indices d'ouvertures ont été calculés pour chaque typologie de logement :

	Surface séjour (m ²)	Ouverture (m ²)	Io
FTJ_T1	15,4	2,97	19,29%
FTJ_T1 bis	19,5	3,09	15,82%
FTJ_T1	15,3	2,97	19,41%

Tous les T1 sont conformes aux exigences d'indice d'ouverture minimum de 15%.

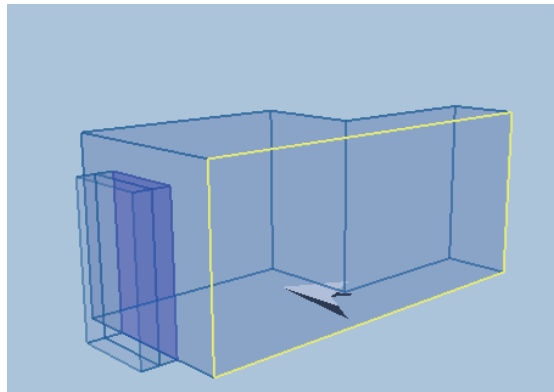
4.7 FLJ du Ch3-T6 de la Tour bois

Il s'agit d'une chambre située dans un logement type T6 situé au R+1 de la tour bois orienté vers l'ouest.

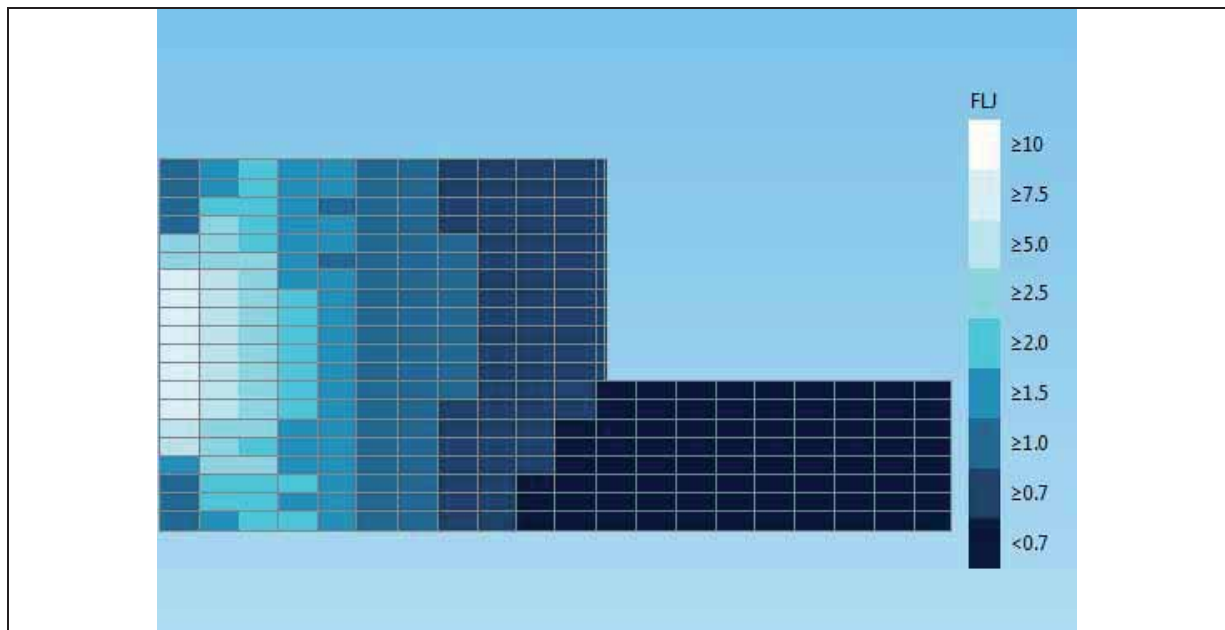
Dimension des châssis : 1,2 m x 2,1 m = 2,52 m².

Indice d'ouverture : 2,52 m² / 15,2 m² = 16,6 % → Conforme à l'exigence NF Habitat HQE™ (15 %).

Modélisation :



Résultats :



Ce logement présente un FLJ moy de 1,5 %.

Ce résultat est plus faible que l'objectif fixé dans le référentiel pour un séjour à savoir 2,5 %.

Ce résultat se justifie par la présence des autres bâtiments, masques proches, qui limitent l'entrée de la lumière naturelle. Le logement choisi est le plus défavorable cela signifie que les autres logements ont un résultat à minima semblable et même bien meilleur pour les étages supérieurs (moins masqués). Par ailleurs, le calcul tient compte de la circulation qui comme l'indique l'image ci-dessus est sombre et pénalise donc le niveau de FLJ moyen. Sur la surface de la pièce à vivre, l'éclairage est plutôt satisfaisant.

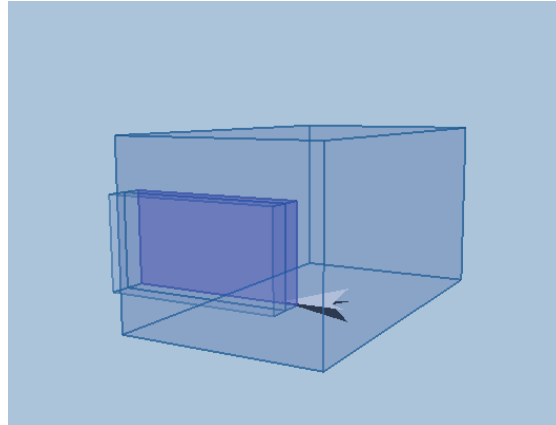
4.8 FLJ du T1 de la Tour bois

Il s'agit d'un logement type T1 situé au R+1 de la tour bois orienté ouest.

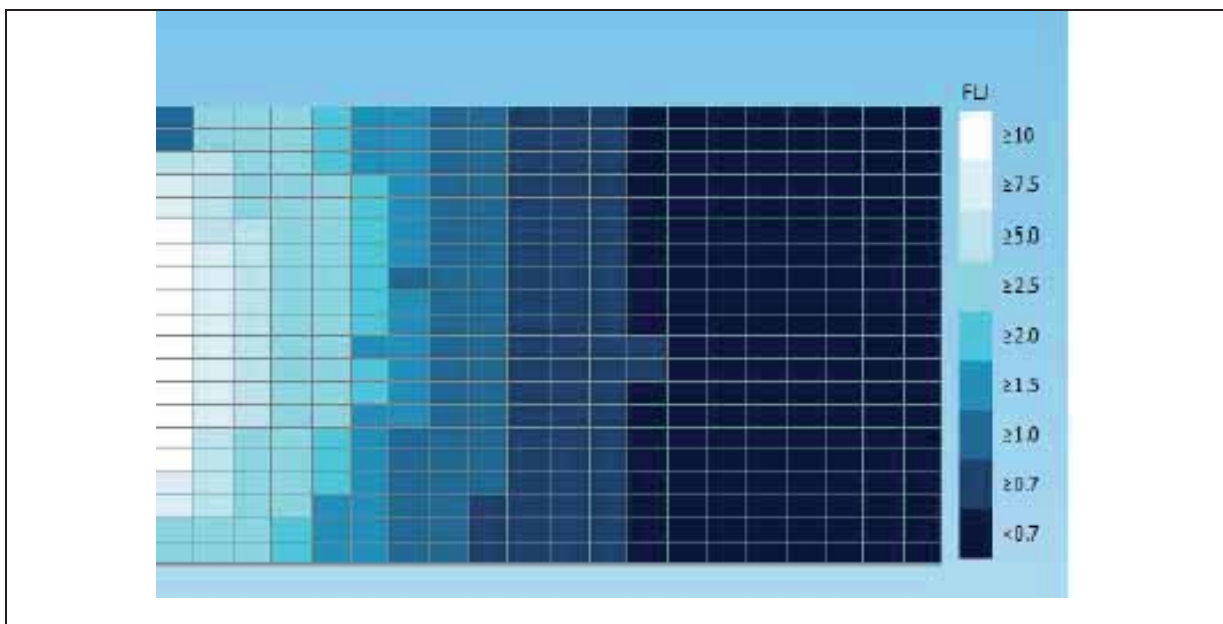
Dimension des châssis : 1,15 m x 2,2 m = 2,53 m.

Indice d'ouverture : $2,53 \text{ m}^2 / 15,3 \text{ m}^2 = 16,5 \%$ → Conforme à l'exigence NF Habitat HQE™ (15 %).

Modélisation :



Résultats :



Ce logement présente un FLJ moy de 1,9 %.

Ce résultat est plus faible que l'objectif fixé dans le référentiel pour un séjour à savoir 2,5 %.

Ce résultat se justifie par la présence des autres bâtiments, masques proches, qui limitent l'entrée de la lumière naturelle. Le logement choisi est le plus défavorable cela signifie que les autres logements ont un résultat à minima semblable et même bien meilleur pour les étages supérieurs (moins masqués).

4.9 Les indices d'ouverture des logements de la Tour-bois

Les indices d'ouvertures ont été calculés pour chaque typologie de logement :

	Surface globale (m ²)	Surface séjour (m ²)	Ouverture (m ²)	Io
T1	18,3	15,3	2,53	16,54%
T1 PMR	20,3	15,36	2,53	16,47%
T1	23,5	20,5	2,46	12,00%

T2		Surface (m ²)	Ouverture (m ²)	Io
Séjour		14,78	4,92	33,29%
Chambre		9,1	2,46	27,03%

T3		Surface (m ²)	Ouverture (m ²)	Io
Séjour		11,5	1,92	16,70%
Chambre 1		15,7	3,15	20,06%
Chambre 2		16,7	3,15	18,86%

T6		Surface (m ²)	Ouverture (m ²)	Io
Séjour		35,6	12,6	35,39%
Chambre 1		24,6	7,56	30,73%
Chambre 2		15,2	2,52	16,58%
Chambre 3		15,2	2,52	16,58%
Chambre 4		15,2	2,52	16,58%
Chambre 5		15,5	1,64	10,58%

Toutes les pièces sont conformes à l'exigence de 15% pour l'indice d'ouverture exceptés les logements T1 dont la surface est de 23,5 m² et la chambre 5 du logement T6.

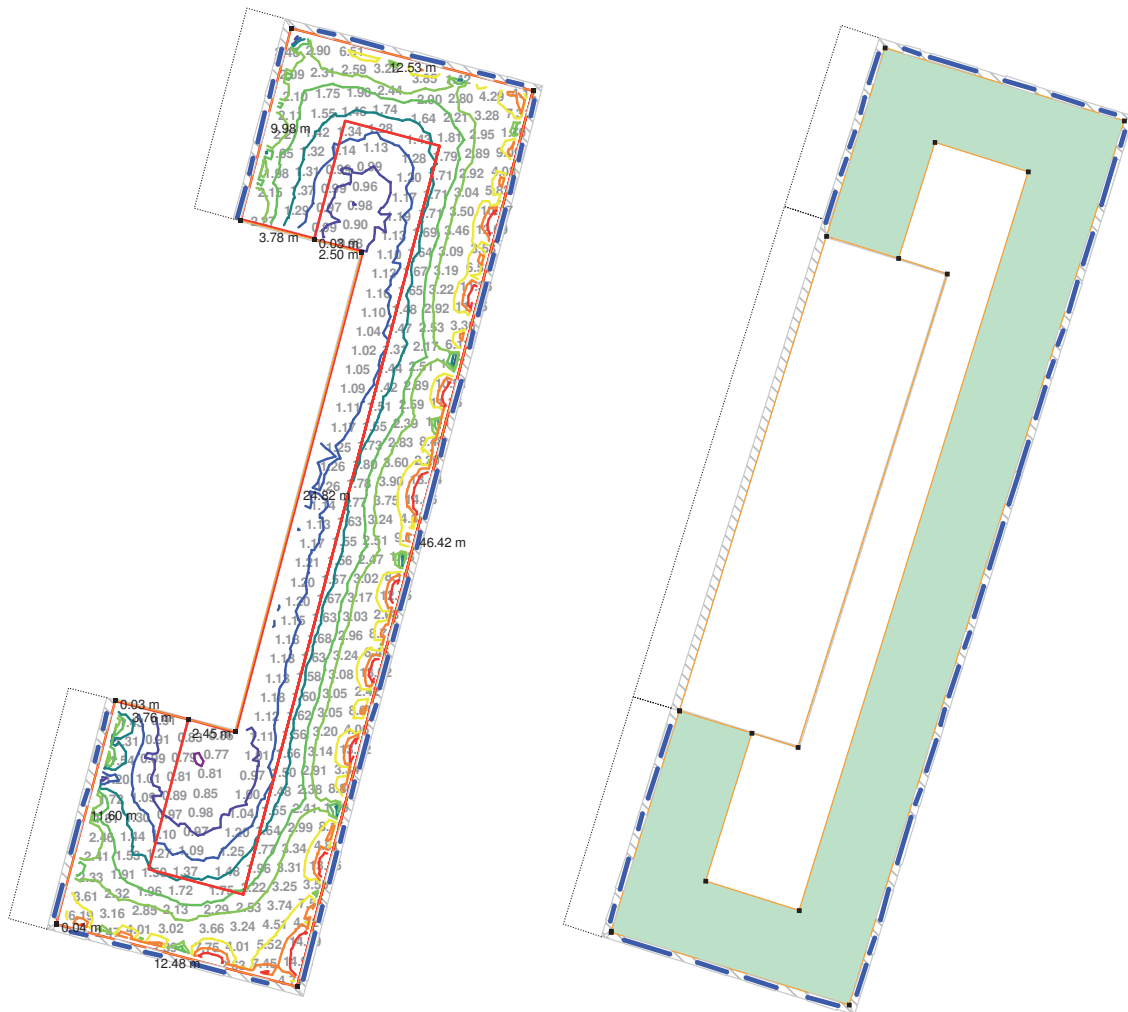
Si au moins une chambre atteint cette exigence par logement, les autres chambres n'ont pas l'obligation d'avoir l'indice d'ouverture minimale. Le logement T6 est donc conforme dans sa globalité.

La valeur de l'indice d'ouverture peut être minorée à 12% pour 20% des logements de l'opération. La tour bois possédant 20 logements par étage (11 étages) dont deux T1 de 23,5 m² par étage. Ces

logements non conformes à l'exigence principale représentent donc 10% des logements de l'opération. La tour bois est donc conforme aux exigences liées aux indices d'ouverture.

4.10 FLJ de l'immeuble de Bureaux

Les étages de la tour bois possèdent la même typologie. La transmission lumineuse des baies est égale à 0,56. Les menuiseries sont de dimensions 0,8 m x 2,4 m – 1,6 m x 2,4 m – 2,4 m x 2,4 m.



Echelle des courbes ISOFLJ	0.7%	1%	1.2%	1.5%	2%	2.5%	5%	7.5%	10%
----------------------------	------	----	------	------	----	------	----	------	-----

Les plateaux de bureaux des étages répondent aux exigences pour la zone de premier rang :

Cible	Surface de référence	% locaux	Exigence	
% de FLJ \geq 1.5	80 % Zone de premier rang	80 %	OK	ET
Pièces	Résultat	Surface	Exigence	
R+1	84.6% surf.	425	OK	
R+2	85.2% surf.	425	OK	
R+3	82.2% surf.	426.2	OK	
R+4	81.5% surf.	425.4	OK	
R+5	81.2% surf.	426.1	OK	
R+6	81.1% surf.	425.8	OK	
R+7	88.5% surf.	425.7	OK	
Cible	Surface de référence	% locaux	Exigence	
% de FLJ \geq 0.7	80 % Zone de premier rang	90 %	OK	
Pièces	Résultat	Surface	Exigence	
R+1	100% surf.	425	OK	
R+2	100% surf.	425	OK	
R+3	100% surf.	426.2	OK	
R+4	100% surf.	425.4	OK	
R+5	100% surf.	426.1	OK	
R+6	100% surf.	425.8	OK	
R+7	100% surf.	425.7	OK	

Concernant le crédit Hea 01 du BREEAM relatif au confort visuel pour les bâtiments tertiaires, les étages sont conformes à l'exigence de FLJ moyen égal à 1,8% mais pas pour le ratio d'uniformité (FLJ min / FLJ moy) qui doit être de 0,3 :

Cible	Surface de référence	% locaux	Exigence	
FLJ moyen \geq 1.8	Par local	80 %	OK	ET
Pièces	Résultat	Surface	Exigence	
R+1	2.96	425	OK	
R+2	2.74	425	OK	
R+3	2.58	426.2	OK	
R+4	2.58	425.4	OK	
R+5	2.64	426.1	OK	
R+6	2.54	425.8	OK	
R+7	2.78	425.7	OK	
Cible	Surface de référence	% locaux	Exigence	
FLJ min / FLJ moy \geq 0.3	Par local	100 %	Non atteint	
Pièces	Résultat	Surface	Exigence	
R+1	0.25	425	Non atteint	
R+2	0.29	425	Non atteint	
R+3	0.28	426.2	Non atteint	
R+4	0.25	425.4	Non atteint	
R+5	0.31	426.1	OK	
R+6	0.29	425.8	Non atteint	
R+7	0.32	425.7	OK	

Un autre calcul a été réalisé pour l'obtention du crédit relatif aux vues sur l'extérieur de la rubrique Hea 01. La distance entre la menuiserie et l'espace de travail impose une ouverture minimum par rapport à la surface de la paroi. Dans le cas des bureaux étudiés, il doit y avoir au moins 20% de menuiseries sur la façade pour une distance de 7 mètres ou moins séparant la façade de l'espace de travail.

Le tableau ci-dessous présente les résultats du niveau R+3, qui sont généralisables aux autres niveaux de l'opération.

		Façade			
		Ouest	Nord	Est	Sud
Surface vitrée	2,4 x 0,8	23,04	5,76	9,6	5,76
	2,4 x 1,6	30,72	7,68	7,68	7,68
	2,4 x 2,4	5,76	0	11,52	0
Surface totale		59,52 m²	13,44 m²	28,8 m²	13,44 m²

Surface paroi		120,69 m²	32,57 m²	56,29 m²	32,57 m²
----------------------	--	-----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

% vitrage		49,32%	41,25%	51,16%	41,25%
------------------	--	---------------	---------------	---------------	---------------

Le pourcentage d'ouverture est plus que satisfaisant pour les quatre façades.

5. Conclusion

De manière générale, les niveaux d'éclairement attendus pour les bureaux sont conformes aux exigences définies. En effet, les locaux vérifient bien un FLJ $\geq 1,5$ % sur plus de 80% de la surface de la zone de 1^{er} rang et un FLJ $\geq 0,7$ % sur au moins 90% de la surface.

Les logements n'ayant pas d'objectifs de performance, les FLJ moyens sont comparés au référentiel qui exige une valeur supérieure ou égale à 2,5%. Sur les bâtiments de logements modélisés, seules les logements des premiers niveaux de la tour bois ont un niveau d'éclairement plus faible dû à la présence de masques proches de grandes hauteurs.

Les indices d'ouverture pour l'ensemble des résidences logements répondent au niveau de la certification visée.