

Centre de Conservation et d'Étude (CEE) régional de la Réunion

Qualité Environnementale du bâti : Note de Synthèse

Phase: ESQ – APS – APD – PRO – **DCE Ind.2**

Maitrise d'ouvrage : DAC de la Réunion / Région Réunion

Maitrise d'œuvre : Néo architectes, Intégrale Ingénierie

Date	Version	Concerne	Détail
08/11/2023	1	Rédaction : Alexis BOUHIER	Version APS
06/03/2024	2	Rédaction : Alexis BOUHIER	Version APD
12/06/2024	3	Rédaction : Alexis BOUHIER	Version PRO
02/06/2025	4	Rédaction : Alexis BOUHIER	Version DCE IND.1
02/06/2025	5	Rédaction : Laure DEMONCHAUX	Version DCE IND.2

1. INTEGRATION ENVIRONNEMENTALE.....	4
1.1. PLAN MASSE BIOCLIMATIQUE	4
2. CONCEPTION BIOCLIMATIQUE	7
2.1. PROTECTIONS SOLAIRES	7
2.2. VENTILATION NATURELLE	17
2.2.1. CALCULS STATIQUES (PERENE).....	17
2.2.2. CALCUL DYNAMIQUE (MODELE D'ENVELOPPE).....	17
3. CALCUL DES AUTONOMIES LUMINEUSES	19
3.1. HYPOTHESES DE CALCUL.....	19
3.1.1. GENERALITES.....	19
3.1.2. CONSTRUCTIONS.....	20
3.2. SYNTHESES DES RESULTATS	20
4. CONFORT HYGROTHERMIQUE.....	22
4.1. STD : GENERALITES ET HYPOTHESES	22
4.2. STD : TAUX D'INCONFORT.....	23
4.2.1. SCENARIO SANS ISOLATION	24
4.2.2. SCENARIO : ISOLATION 4CM.....	25
5. PERFORMANCE ENERGETIQUE	26
5.1. TRAITEMENT DE L'AIR	26
5.2. SUIVI DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES.....	27
5.3. BRASSEUR D'AIR.....	28
5.4. ÉCLAIRAGE INTERIEUR.....	28
5.5. BILAN DE CONSOMMATION.....	28
5.5.1. SCENARIO : SANS ISOLATION	29
5.5.2. VARIANTE ISOLATION	30
6. MAINTENANCE ET PERENNITE DES PERFORMANCES	33
7. GESTION DE L'EAU	33
8. CHOIX INTEGRE DES PRODUITS, SYSTEMES ET PROCEDES DE CONSTRUCTION	34
8.1. CONFORT OLFACTIF ET QUALITE D'AIR	34
8.2. ANALYSE DE CYCLE DE VIE	35
8.2.1. OBJECTIFS.....	35
8.2.2. METHODOLOGIE	35
8.2.3. RESULTATS.....	37
9. CHANTIER PROPRE.....	40
ANNEXE 1 : REPARTITION DE L'ECLAIRAGE NATUREL.....	41
1. TRAITEMENT ÉTUDE ET CONDITIONNEMENT	41
1.1.1. LABORATOIRE D'ANALYSE	45
1.1.2. STUDIO PHOTO	46
1.1.3. SALLE DE SECHAGE	47
1.1.4. SALLE DE LAVAGE	48
1.1.5. BUREAU INRAP.....	49
1.1.6. BUREAU CHERCHEURS.....	52
1.1.7. SALLE DE PAUSE / REPAS.....	54
1.1.8. ATELIER MAINTENANCE	55
1.1.9. RECEPTION	56
1.1.10. SABLAGE	57
1.1.11. STABILISATION	58

1.2. FINITIONS.....	59
1.2.1. ESPACE MEDIATION EXPOSITION	60
1.2.2. ESPACE DE CONSULTATION	61
1.2.3. BUREAU GESTIONNAIRE DES DONNEES	61
1.2.4. CENTRE DE RESSOURCE DOCUMENTAIRE	62
<u>ANNEXE 2 : FICHES TEMPLATE</u>	<u>64</u>

1. Intégration environnementale

1.1. Plan masse bioclimatique

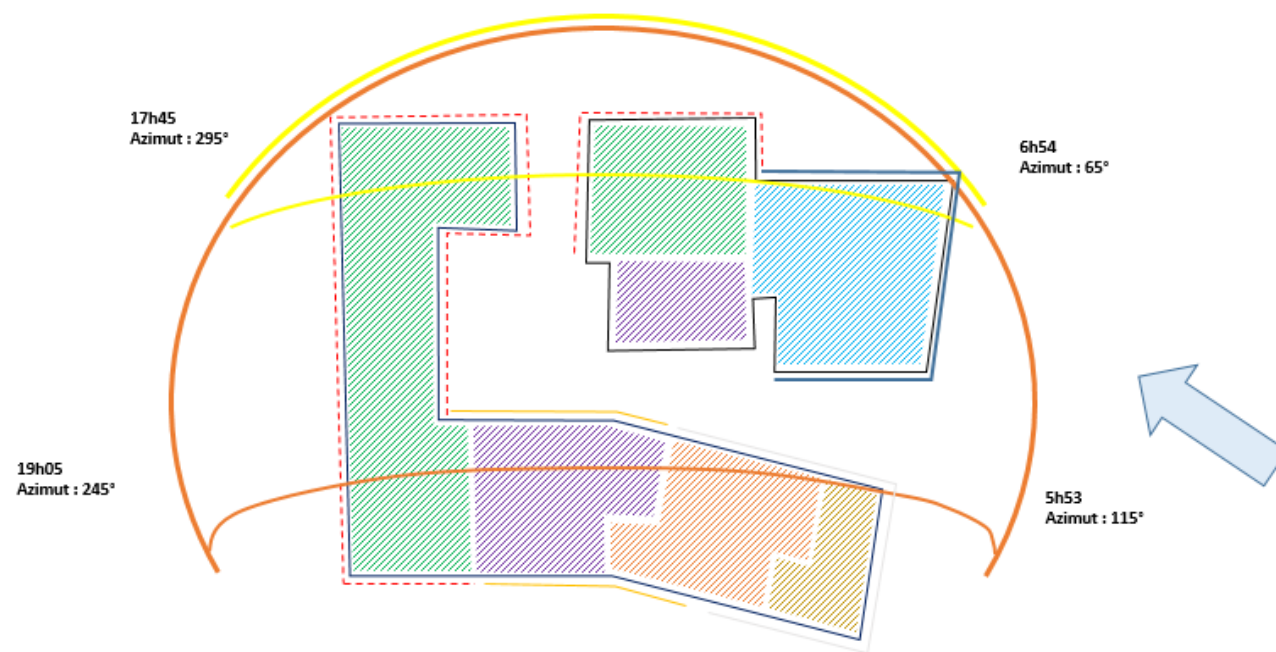
Le site du projet est situé sur la commune de Saint Denis, au Nord de l'île de La Réunion. Le projet s'insère donc dans une zone urbaine, mais comme souvent sur l'île, des zones de forte biodiversité sont présentes à proximité du site, notamment grâce aux ravines. La conception du projet doit donc limiter son impact sur celle-ci.

À partir d'une analyse topographique du site et des données météo, deux directions de vents prédominant à Saint-Denis : les alizées de secteur Sud Est et les brises thermique, soufflant du nord au sud le jour et dans la direction inverse la nuit. La pénétration des vents sur les sites du projet est réduite du fait de l'urbanisation de la zone, mais un fonctionnement en ventilation naturelle reste pertinent.



Le plan masse tient compte des avantages et contraintes du site. Les stratégies bioclimatiques mises en œuvre sur le projet y sont synthétisées. Aucune modification significative du plan masse n'ayant été apportée durant l'APD, les éléments du concours sont repris.

Plan masse bioclimatique RDC



Climat

Une implantation bioclimatique est recherchée pour favoriser le fonctionnement passif du projet



Vents dominants : Malgré le contexte d'implantation urbain, la pénétration des vents au sein du projet est compatible avec un fonctionnement en ventilation naturelle



Course solaire : L'exposition Nord - Sud du projet permet de limiter les apports solaires

Enveloppe

Un système de protection solaire mixte : bardage, isolation, casquettes et volets est prévu sur le projet. Les facteurs solaires sont conformes à Perene

Murs béton + bardage ventilé : Une lame d'air de 10cm permet d'évacuer la chaleur entre le mur et le bardage réduisant de manière conséquente les apports thermiques dans les réserves

Structure béton + remplissage en MOB isolé : complexe de mur performant sur les locaux à occupation prolongée permettant de limiter les apports solaires

Structure béton + remplissage en MOB non isolé : complexe de mur de performance moyenne sur locaux à occupation passagère

Structure bois + remplissage en MOB isolé : complexe de mur de performant sur locaux à occupation prolongée

Fonctionnement thermique

Les solutions techniques mises en œuvre sont limitées au nécessaire afin de réduire les coûts d'exploitation, d'entretien et maintenance et l'empreinte carbone du projet

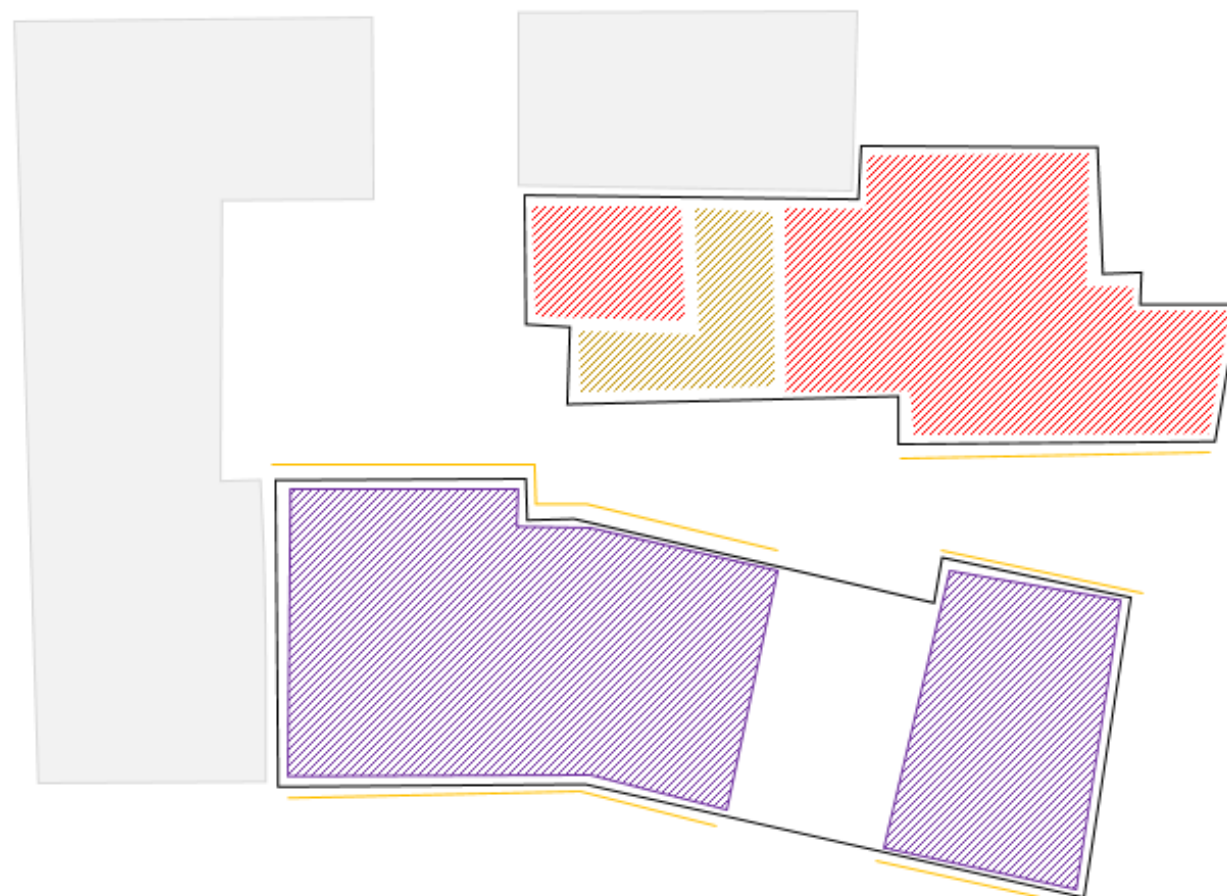
Réserve : Humidité relative contrôlée. Température libre, mais maîtrisée par l'enveloppe qui agit comme bouclier thermique

Locaux de travail. Humidité et température contrôlée. Consigne de température bloquée à 27°C en saison chaude. Brasseurs d'air pour favoriser le fonctionnement passif. Protection solaire des baies et des façades selon objectifs Perene

Locaux ERP : Fonctionnement passif privilégié. Brasseurs d'air et conception bioclimatique mise en œuvre : protection solaire des baies et des façades

Locaux à occupation passagère agissants comme espaces tampons

Plan masse bioclimatique R01




Enveloppe et protections solaire

Les toitures des locaux à occupation prolongée et des réserves sont isolées de 10cm pour réduire les apports thermiques et les consommations de climatisation

Les protections solaires sont dimensionnées pour garantir la conformité a Perene.

Les porosités des locaux à occupation prolongée sans contrôle d'humidité permettent un fonctionnement en ventilation naturelle.

Fonctionnement thermique

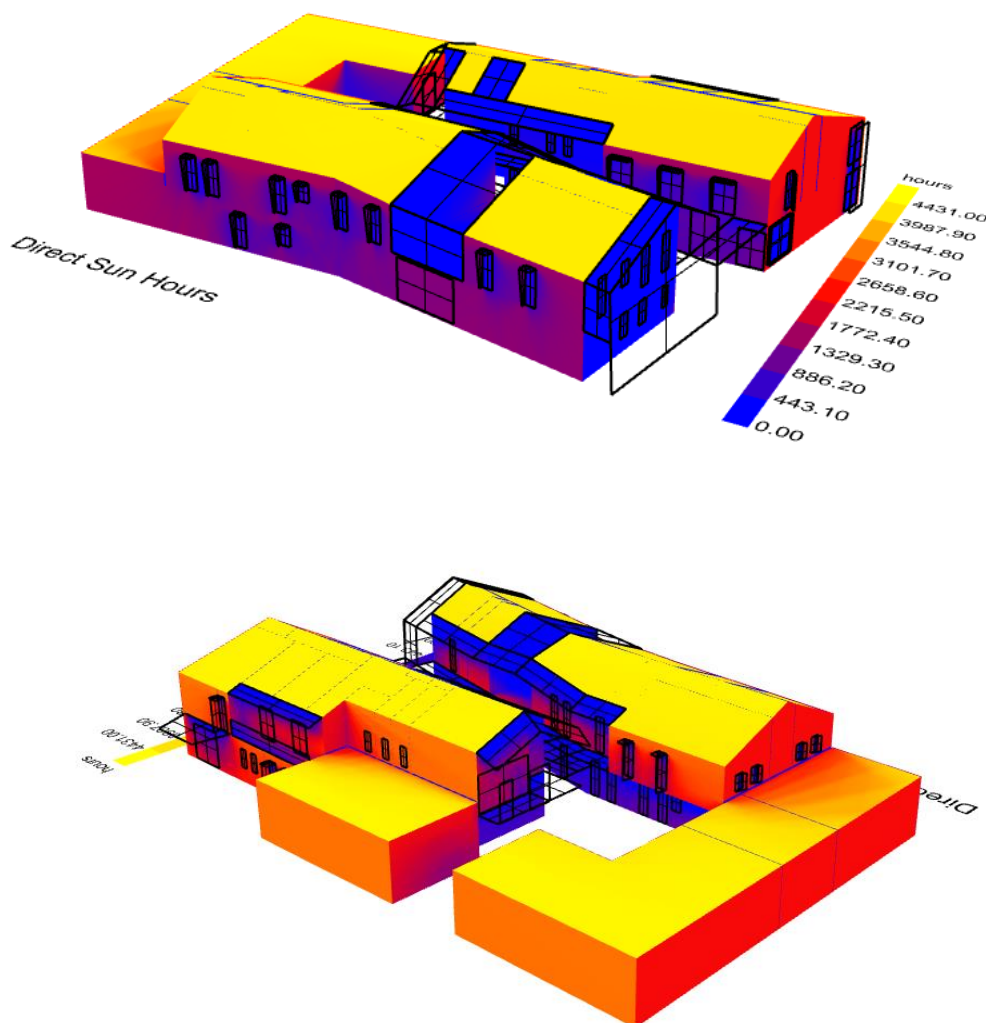
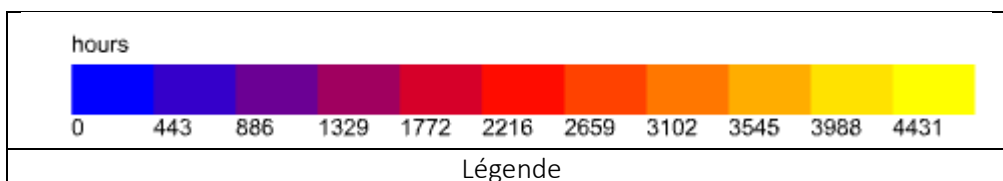
 Bureaux : Conception bioclimatique et confort passif privilégié. Température de consigne bloquée à 27°C en saison chaude. Brasseurs d'air.

2. Conception bioclimatique

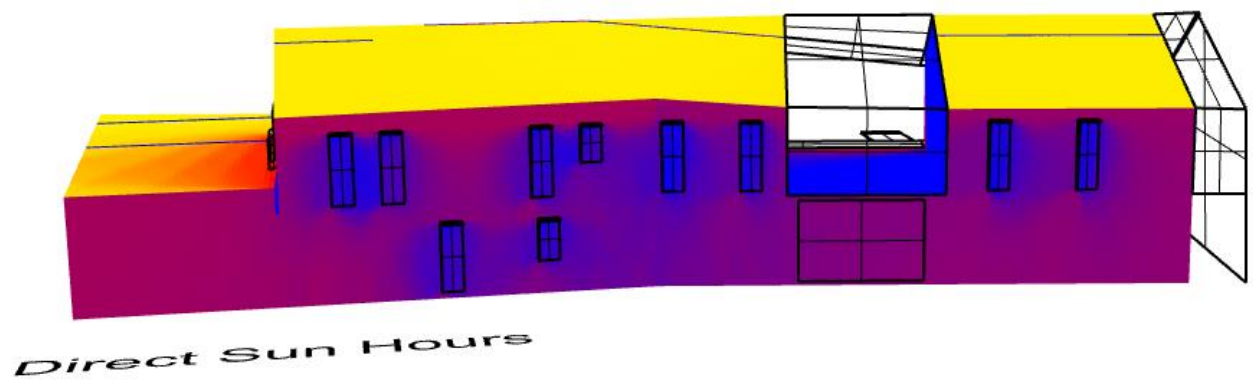
2.1. Protections solaires

Il est présenté dans cette partie les indicateurs relatifs à la performance thermique des façades :

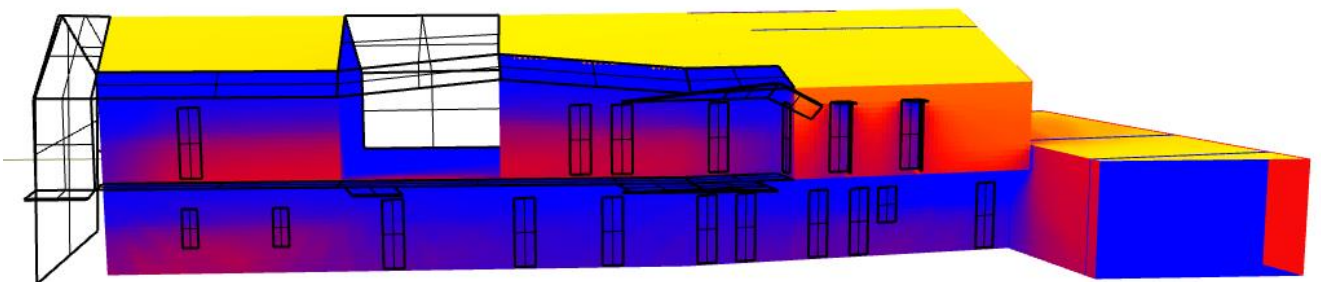
- Les figures d'ombrage cumulé, qui permettent de visualiser l'efficacité des protections solaire
- Les indicateurs statiques : coefficient de masque, et facteurs solaires. Ils ont été calculés afin de vérifier la conformité des façades au référentiel PERENE. Ils représentent un premier indicateur pour garantir la performance des parois.



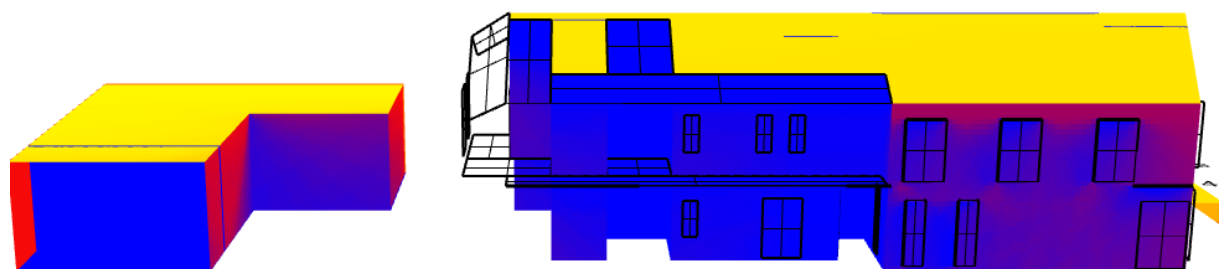
Vues d'ensemble



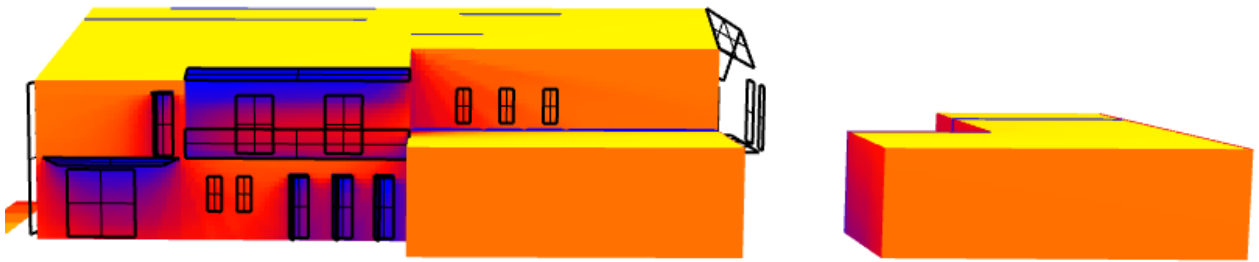
Bâtiment d'étude – Façade Sud



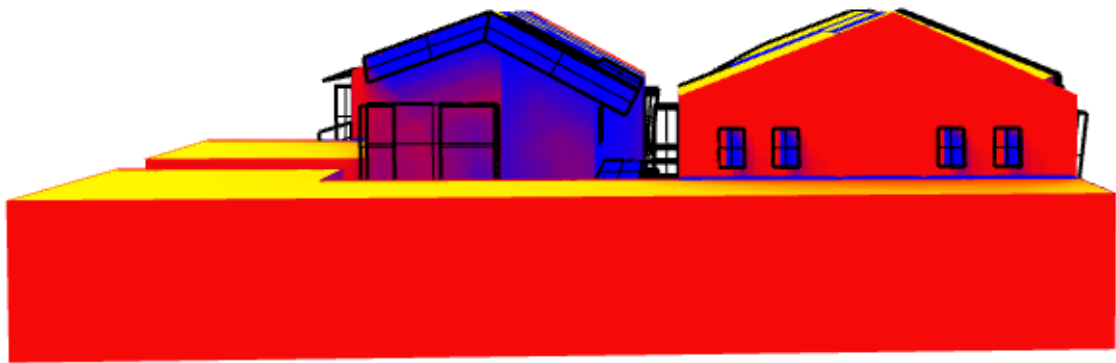
Bâtiment d'étude – Façade Nord



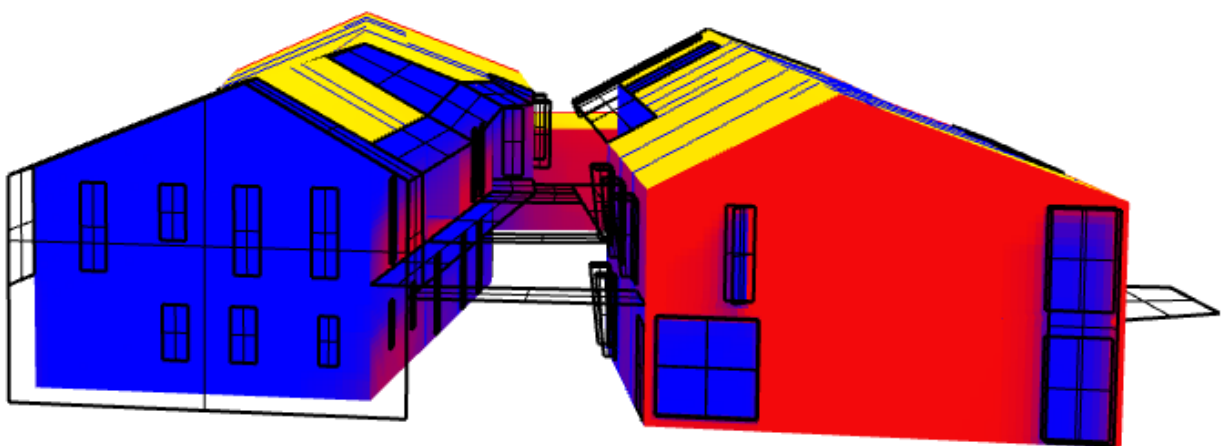
Bâtiment ERP/Bureau – Façade Sud



Bâtiment ERP/Bureau – Façade Nord

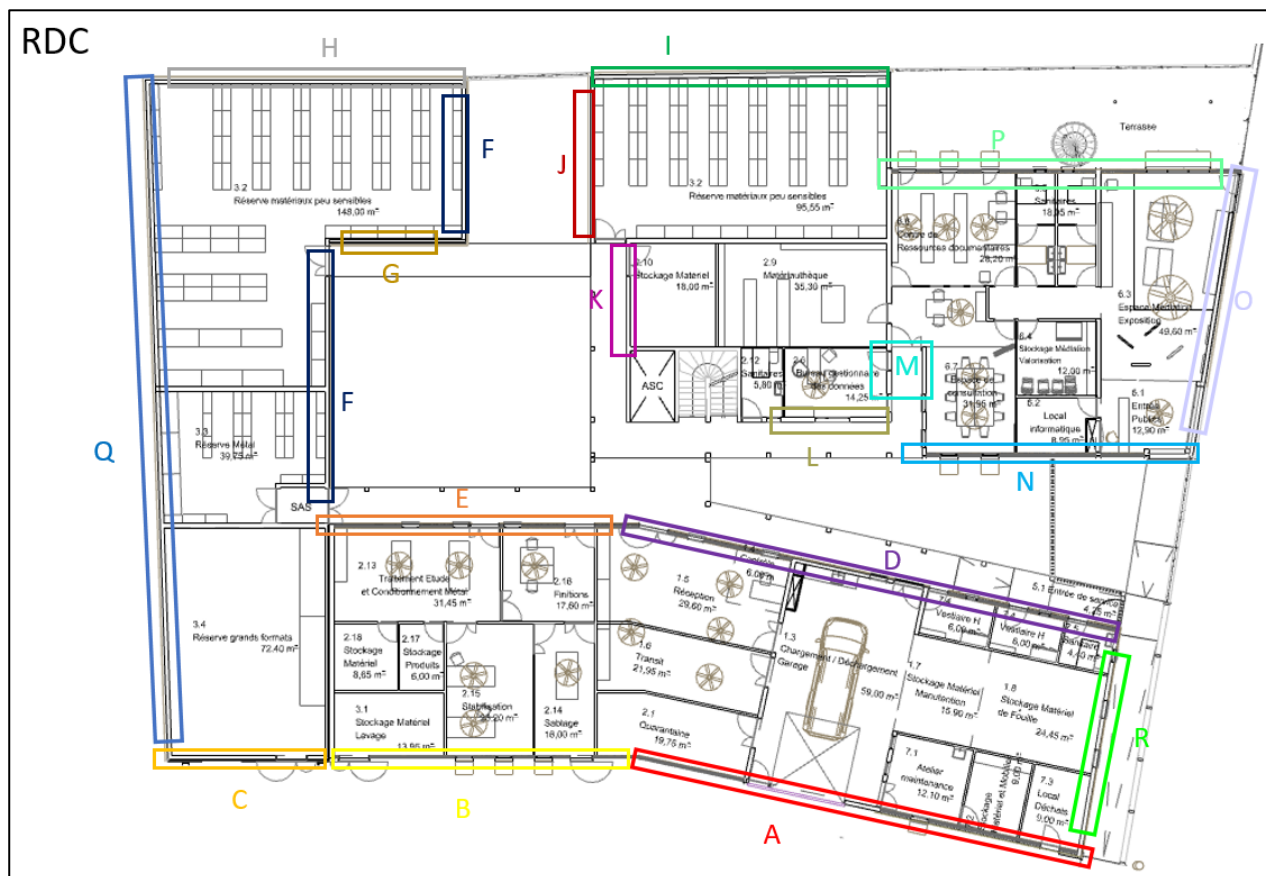


Façades Ouest



Façades Est

La figure suivante présente le repérage associé aux calculs des facteurs solaires des parois opaques et des baies du rez-de-chaussée.



Repérage		Parois opaques						Vitrage		
Repérage façade	Orientation (° /Nord)	Composition de la paroi	Transmittivité thermique U (W/m².K)	Type de protection solaire	Coefficient de masque	Facteur d'absorption	Facteur solaire	Protection solaire	Cm	Facteur solaire
A	OUEST (156°)	Béton structural (Contreventement / Porteur)	3,676	Pas de protection solaire	1	Gris clair : 0,6 Corrigé : 0,42	0,114	SO		
		Bardage tôle ondulée Lame d'air 70mm Panneau OSB 12 mm Isolation fibre de bois 40mm Lame d'air 80mm BA 13	0,667	Pas de protection solaire	1	Gris clair : 0,6 Corrigé : 0,42	0,020			
B	SUD (169°)	Bardage tôle ondulée Isolation fibre de bois 40mm (sur locaux à occupation prolongée uniquement) Béton armé 18cm	0,019	Pas de protection solaire	1	Gris clair : 0,6 Corrigé : 0,42	0,020	Type : Casquette + joue droite OF1 d = 0,6 h = 1,5	0,25	0,25
								Type : Casquette + joue droite EM1 d = 0,6 h = 2,4	0,3	0,3
C	SUD (169°)	Bardage tôle ondulée Lame d'air 70mm Bloc creux 200mm	2,439	Type : Débord de toiture d = 15m h=4,5m	0,18	Gris clair : 0,6 Corrigé : 0,42	0,014	S/O		
D	NORD (23°)	Bardage tôle ondulée Isolation fibre de bois 40mm (sur locaux à occupation prolongée uniquement) Béton armé 18cm	0,019	Type : Coursive supérieure d = 1,6m h = 3,3m	0,4	Gris clair : 0,6 Corrigé : 0,42	0,008	Type : Coursive supérieure EM1 : d = 1,40m h = 2,9m JAL 2 : d = 1,40 h = 2,9	0,35	0,35

E	NORD (11°)	Bardage tôle ondulée Isolation fibre de bois 40mm Béton armé 18cm	0,019	Type : Coursive supérieure d = 1,6m h = 3,3m	0,4	Gris clair : 0,6 Corrigé : 0,42	0,008	Type : Porte à faux supérieur EM1 : d = 1,9m h = 2,9m JAL 2 : d = 1,9m h = 2,9m	0,25	0,25
								OF 1 : d = 1,9m h = 1,97m	0,2	0,2
F / G / H / I / J / Q	EST (101°) NORD (11°) OUEST (156°)	Bardage tôle ondulée Lame d'air 100mm Bloc creux 200mm	2,439	Sans protection	1	Gris clair : 0,6 Corrigé : 0,39	0,070	S/O		
K	EST (101°)	Bloc creux 200mm	2,439	Type : Coursive supérieure d = 1,7m h = 3,3m	0,5	Gris clair : 0,6	0,054	S/O		
L	SUD (169°)	Bloc creux 200mm	2,439	Type : Coursive supérieure d = 1,7m h = 3,3m	0,22	Gris clair : 0,6	0,024	Type : Coursive supérieure EM2 : d = 1,4m h = 3m	0,25	0,25
M	EST (101°) OUEST (156°)	Bloc creux 200mm	2,439	Type : Coursive supérieure d = 1,7m h = 3,3m	<0,3	Gris clair : 0,6	0,024	Type : Coursive supérieure JAL2 : d = 1,7m h = 3,3m	<0,3	<0,3
N	SUD (169°)	Bardage tôle ondulée Isolation fibre de bois 40mm Béton armé 18cm	0,019	Sans protection	1	Gris clair : 0,6 Corrigé : 0,42	0,020	Type : Casquette + joue gauche EM1 : d = 0,67 h = 2,4	0,3	0,30
O	EST (110°)	Bardage tôle ondulée Isolation fibre de bois 40mm Béton armé 18cm	0,019	Sans protection	1	Gris clair : 0,6 Corrigé : 0,42	0,020	Tôle perforée	0,3	0,3

P	NORD (11°)	Bardage tôle ondulée Isolation fibre de bois 40mm Béton armé 18cm	0,019	Sans protection	1	Gris clair : 0,6 Corrigé : 0,42	0,020	Type : Casquette + joue gauche EM1 : d = 0,8m h = 2,4m	0,39	0,39
---	---------------	--	-------	-----------------	---	---	-------	--	------	------

La figure suivante présente le repérage associé aux calculs des facteurs solaires des parois opaques et des baies du R+1

Repérage		Parois opaques						Vitrage		
Repérage façade	Orientation (° /Nord)	Composition de la paroi	Transmittivité thermique U (W/m².K)	Type de protection solaire	Coefficient de masque	Facteur d'absorption	Facteur solaire	Protection solaire	Cm	Facteur solaire
N	SUD (169°)	Bardage tôle ondulée Lame d'air 70mm Panneau OSB 12 mm Isolation fibre de bois 40mm Lame d'air 80mm BA 13	0,667	Sans protection	1	Gris clair : 0,6 Corrigé : 0,42	0,042	Type : Casquette + Joue gauche <u>EM2</u> : d = 0,67 h = 2,4	0,3	0,3
O	EST (110°)	Bardage tôle ondulée Lame d'air 70mm Panneau OSB 12 mm Isolation fibre de bois 40mm Lame d'air 80mm BA 13	0,667	Sans protection	1	Gris clair : 0,6 Corrigé : 0,42	0,042	Type : Tôle perforée	0,3	0,3
P	NORD (11°)	Bardage tôle ondulée Lame d'air 70mm Panneau OSB 12 mm Isolation fibre de bois 40mm Lame d'air 80mm BA 13	0,667	Sans protection	1	Gris clair : 0,6 Corrigé : 0,42	0,042	Type : Casquette + joue gauche <u>EM1</u> : d = 0,8m h = 2,4m	0,39	0,39
R	QUEST (156°)	Bardage tôle ondulée Lame d'air 100mm Bloc creux 200mm PSE 20mm	1,136	Sans protection	1	Gris clair : 0,6 Corrigé : 0,39	0,034	Type : Joue gauche inclinée	< 0,25	< 0,25
S	NORD (11°)	Bardage tôle ondulée Lame d'air 70mm Panneau OSB 12 mm Isolation fibre de bois 40mm Lame d'air 80mm BA 13	0,667	Sans protection	1	Gris clair : 0,6 Corrigé : 0,42	0,042	Type : Casquette + joue gauche <u>EM1</u> : d = 0,67 h = 2,4	0,39	0,39

T	NORD (11°)	Bardage tôle ondulée Lame d'air 70mm Panneau OSB 12 mm Isolation fibre de bois 40mm Lame d'air 80mm BA 13	0,667	Type : Débord de toiture d = 1,16m h=3m	1	Gris clair : 0,6 Corrigé : 0,42	0,005	Type : Débord de toiture d = 1,3m h=2,4	0,30	0,30
U	NORD (11°)	Bardage tôle ondulée Lame d'air 100mm Bloc creux 200mm PSE 20mm	1,136	Sans protection	1	Gris clair : 0,6 Corrigé : 0,42	0,034	Type : Lames opaques	0,3	0,3
V	OUEST (156°)	Bloc creux 200mm	2,439	Type : Débord de toiture + panneaux verticaux d = 1,72m h = 3,2m	<0,3	Gris clair : 0,6	0,024	Type : Débord de toiture et panneaux verticaux d = 1,72m h = 3,2m	<0,3	<0,3

Par rapport à la phase APD, les facteurs solaires du projet ont été améliorés. En effet, compte tenu des conclusions, l'étude portant sur l'impact de l'isolation sur les consommations énergétiques, la mise en œuvre d'isolant a été généralisée dans les MOB. Une isolation a aussi été ajoutée sur les murs béton, lorsque les facteurs solaires ne répondaient pas aux objectifs PERENE. En fin de PRO, seuls les facteurs solaires des parois opaques donnant sur les locaux de stockage ne sont pas conformes à PERENE. Cela n'est pas dommageable en termes de confort.

2.2. Ventilation naturelle

2.2.1. Calculs statiques (PERENE)

Il est présenté dans cette partie le calcul de porosité selon la méthode de calcul issue du référentiel PERENE. Les configurations traversantes ainsi que des porosités de l'ordre de 25% sont privilégiées.

Pour les pièces dans lesquelles la porosité n'est pas suffisante. Les taux de renouvellement d'air ont été calculés via simulation numérique afin de vérifier s'ils sont suffisants vis-à-vis du confort passif et de qualité d'air intérieure. Les résultats numériques sont présentés dans la partie suivante.

Niveau	Salle	Façade			Surface totale ouvrants (m²)	Porosité façade
	Nom	Orientation	Largeur (m)	Hauteur (m)		
RDC	Atelier maintenance	Sud	3,13	2,66	1,5	18%
		Ouest	3,42	2,66	2,3	27%
RDC	Contrôle / Réception	Nord	6,89	2,66	3,0	17%
RDC	Espace médiation / Exposition	Sud	4,3	3,15	3,6	27%
		Nord	6,12	3,15	5,5	41%
RDC	Local informatique	Sud	3,56	3,15	0,0	0%
RDC	Espace de consultation	Sud	4,03	3,15	3,0	24%
		Ouest	4,8	3,15	3,0	20%
RDC	Bureau gestionnaire des données	Sud	4,59	3,15	3,6	25%
		Est	3,405	3,15	3,0	28%
RDC	Centre de ressources documentaires	Nord	5,58	3,15	4,6	26%
		Sud	5,58	3,15	10,9	62%
R+1	Bureau INRAP	Nord	3,98	2,9	2,8	24%
		Sud	3,98	2,9	3,6	31%
R+1	Bureau INRAP	Nord	3,5	2,9	2,8	28%
		Sud	3,5	2,9	3,6	36%
R+1	Bureau INRAP	Sud	4,25	2,9	3,6	29%
R+1	Bureau chercheurs	Nord	3,6	2,9	3,6	35%
		Sud	3,6	2,9	2,8	27%
R+1	Bureau chercheurs	Nord	3,6	2,9	3,6	35%
		Sud	3,6	2,9	2,8	27%
R+1	Salle pause/repas	Nord	6,4	2,9	3,6	20%
		Est	4,67	2,9	6,3	47%
R+1	Salle de Lavage	Nord	9,8	2,9	4,6	16%
		Est	4,7	2,9	2,0	14%

2.2.2. Calcul dynamique (modèle d'enveloppe)

Les taux de renouvellement d'air sont calculés numériquement par simulation. Le modèle de calcul utilisé quantifie pour chaque ouverture le débit d'air, à partir de :

- La surface de l'ouverture
- Le coefficient de perte de charge à travers l'ouverture
- La différence de pression intérieure et extérieure
- La vitesse de vent et la direction du vent

Les taux de renouvellement d'air mensuels moyens, en volumes de pièce renouvelés par heure (ou VOLH), sont présentés ci-dessous. Les taux de renouvellement égaux à 0 correspondent à la fermeture des fenêtres lors de la période de climatisation.

	Centre de ressource documentaire	Bureau gestionnaire des données	Chargement et garage	Espace médiation	Salle de lavage	Bureau chercheurs	Bureau chercheur	Salle de consultation	Bureau INRAP 1	Bureau INRAP 2	Bureau INRAP	Salle de pause repas	Réception Contrôle
	VOLH	VOLH	VOLH	VOLH	VOLH	VOLH	VOLH	VOLH	VOLH	VOLH	VOLH	VOLH	VOLH
Janvier	0	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Février	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	28	128	52	165	42	20	20	53	70	19	18	31	25
Juin	37	206	58	250	57	26	26	59	112	26	23	41	33
Juillet	44	172	74	275	66	30	30	98	100	30	27	49	35
Août	37	218	57	250	56	25	25	53	117	25	23	41	34
Septembre	38	231	58	254	58	26	26	47	122	26	24	42	36
Octobre	30	189	50	201	46	21	21	36	99	21	19	34	31
Novembre	32	220	49	170	45	22	22	28	110	22	20	36	35
Décembre	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Pour l'analyse des résultats, les ordres de grandeur suivants sont rappelés :

- 0 à 5 vol/h : fonction sanitaire et hygiénique de la ventilation
- 5 à 15 vol/h : Décharge thermique partielle du local
- 15 à 30 vol/h : Décharge thermique satisfaisante du local
- > 50 vol/h : Décharge thermique satisfaisante et création de vitesses d'air intérieures qui permettent de réduire la sensation de chaleur.

Les taux de renouvellement d'air obtenus sur le projet sont compris entre 18 vol/h et 231 vol/h et sont donc satisfaisants. **Néanmoins, du fait des débits très élevés, la ventilation naturelle pourrait être source d'inconfort dans le bureau du gestionnaire des données.** Dans ce local, la mise en œuvre de menuiseries pouvant être entre ouvertes (coulissants ou jalousies), est pertinente.

Pour caractériser le confort, les taux de renouvellement d'air doivent être mis en perspective avec les apports internes. Cette thématique est traitée dans la partie Erreur ! Source du renvoi introuvable. **du présent rapport.**

3. Calcul des autonomies lumineuses

Un bon accès à la lumière naturelle permet de réduire les consommations d'énergie liées à l'éclairage. L'autonomie lumineuse ne doit pas se faire au détriment du confort visuel et une attention doit être portée aux risques d'éblouissement.

Dans le cadre de la conception du Centre de Conservation et d'Étude régional de la Réunion, des objectifs en termes d'éclairage naturel sont recherchés. Les locaux concernés sont :

<i>Logistique</i>	Réception
<i>Traitement et étude</i>	Lavage
	Séchage
	Étude / Conditionnement / Prise de vues
	Gestionnaire données scientifiques
	Studio photo
	Laboratoire analyses
	Traitement / Étude / Conditionnement
<i>Opérationnels et Gestion</i>	Bureau INRAP
	Bureau chercheurs, opérateurs, gestion
<i>Vie des agents</i>	Espace de pause / repas
<i>Ressource partagées</i>	Espace médiation culturelle / exposition / collations
	Centre de ressources documentaires
	Espace de consultation
<i>Entretien maintenance</i>	Atelier maintenance

Pour ces locaux, il est recherché un facteur de lumière du jour (FLJ) supérieur à 1,2% pour 80 % de la zone de premier rang.

En plus des FLJ, les autonomies lumineuses sont aussi présentées. Elles représentent le pourcentage de temps, lorsque le local est occupé, pendant lequel l'éclairage naturel permet d'atteindre un niveau d'éclairement de 300 lux sur le plan de travail.

3.1. Hypothèses de calcul

3.1.1. Généralités

Les calculs sont réalisés à l'aide du moteur de calcul de Radiance 5.3. Il est utilisé dans l'environnement LadyBugTools version 1.4. Le bâtiment ainsi que les protections solaires sont modélisés en 3D à l'aide de l'outil de DAO Rhino 3D 7.

Pour les calculs de FLJ, un modèle de ciel standard couvert, en site parfaitement dégagé, est utilisé. Du fait du climat réunionnais où le ciel est plutôt dégagé, cet indicateur n'est pas le plus représentatif. Le calcul des autonomies lumineuses utilise quant à lui les données correspondant au climat du site.

Les données climatiques utilisées sont celles du fichier météo de l'aéroport de Roland Garros (TMY 2007-2021). Les données suivantes sont utilisées :

- Radiation horizontale globale (W/m²)
- Radiation horizontale diffuse (W/m²)
- Radiation direct (W/m²)

Pour tous les locaux, les périodes de calculs considérées sont de 8h à 18h et la hauteur du plan de travail est fixée à 0,7m.

3.1.2. Constructions

À ce stade de l'étude, des facteurs de réflexion générique ont été appliqués aux constructions. Ils seront mis à jour en phase PRO pour tenir compte du choix des revêtements des sols, des murs, et des plafonds. Les coefficients suivants sont considérés :

- Façade extérieure : 0,4
- Toiture extérieure : 0,4
- Murs intérieurs : 0,5
- Plafonds : 0,7
- Plancher intérieur : 0,2
- Fenêtres intérieure : TL = 0,8

Les protections solaires et l'épaisseur des murs sont modélisées. Un facteur de réflexion de 0,6 est pris en compte.

3.2. Synthèses des résultats

À ce stade de la conception, les objectifs de FLJ sont atteints pour la majorité des locaux. Seules les pièces suivantes n'atteignent pas l'objectif :

- Atelier maintenance (FLJ = 0,21 < 1,2%)
- Réception (FLJ = 0,6 % < 1,2 %)
- Sablage (FLJ = 0,75% < 1,2%)
- Bureau gestionnaire des données (FLJ = 0,72 % < 1,2%)

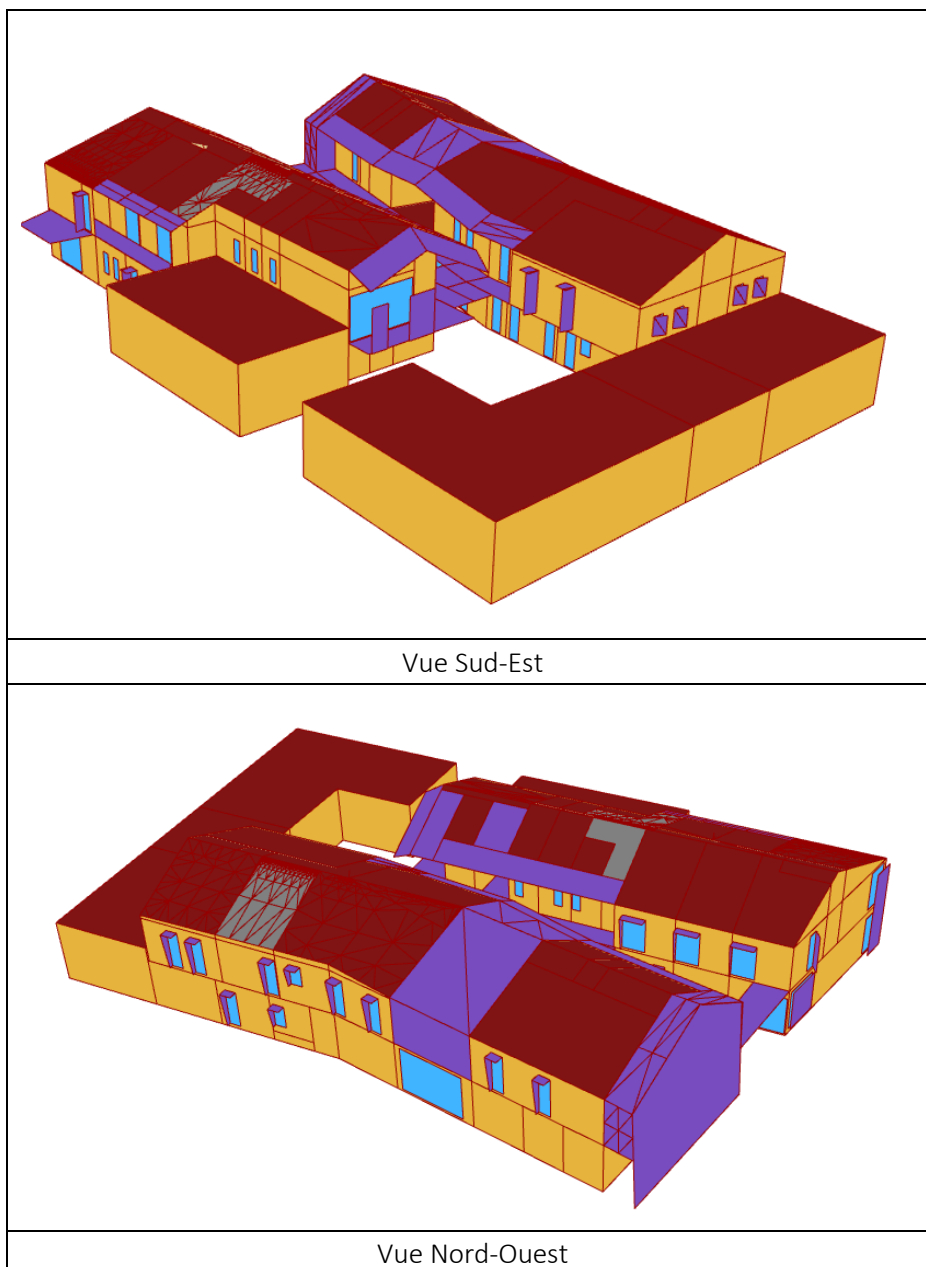
Par rapport à la phase APD, l'accès à la lumière naturelle dans les locaux a été amélioré en cherchant un compromis avec l'apport de gains thermiques par les baies. Tous les locaux à occupation prolongée ont accès à la lumière naturelle.

Locaux	FLJ	Détails	Autonomie lumineuse	Détails
Atelier maintenance	0,21%	100% de la surface du local Surface local	50% d'autonomie lumineuse	3% de la pièce
Réception	0,60%	100 % de la surface du local	50% d'autonomie lumineuse	13% de la pièce
Sablage	0,75%	100 % de la surface du local	50% d'autonomie lumineuse	10% de la pièce
Finitions	1,15%	100% de la surface du local	50% d'autonomie lumineuse	35% de la pièce
Stabilisation	1,20%	100 % de la surface de premier rang	50% d'autonomie lumineuse	17% de la pièce
Traitement Étude et Conditionnement Métal	1,42%	100% de la surface du local Surface local = Zone premier rang	50% d'autonomie lumineuse	34% de la pièce
Espace Médiation Exposition	3%	100% de la surface du local	50% d'autonomie lumineuse	94% de la pièce
Espace de consultation	1,23%	80 % de la surface de 1er rang	50% d'autonomie lumineuse	23 % de la pièce
Centre de Ressources documentaires	1,47%	100% de la surface du local Surface local = Zone premier rang	50% d'autonomie lumineuse	47% de la pièce
Bureau gestionnaire des données	0,72%	100% de la surface du local	50% d'autonomie lumineuse	23% de la pièce
Traitement Etude et Conditionnement	1,2%	100% de la surface du local	50% d'autonomie lumineuse	20% de la pièce
Laboratoire d'Analyse	1,10%	80% de la surface du local Surface local = Zone premier rang	50% d'autonomie lumineuse	16% de la pièce
Traitement Etude et Conditionnement	1,73%	100% de la surface du local Surface local = Zone 1er rang	50 % d'autonomie lumineuse	33% de la pièce
Traitement Etude et Conditionnement	1,20%	100% de la surface du local Surface local = Zone 1er rang	50% d'autonomie lumineuse	26% de la pièce
Studio photo	1%	80% de la surface du local Surface local = Zone 1er rang	50% d'autonomie lumineuse	12% de la pièce
Salle de Séchage	2%	100% de la surface du local Surface local = Zone 1er rang	50% d'autonomie lumineuse	52% de la pièce
Salle de Lavage	1,30%	80% de la surface du local Surface local = Zone 1er rang	50% d'autonomie lumineuse	26% de la pièce
Bureau INRAP 1	2,70%	100% de la surface du local Surface local = Zone 1er rang	50% d'autonomie lumineuse	60% de la pièce
Bureau INRAP 2	1,80%	100% de la surface du local Surface local = Zone 1er rang	50% d'autonomie lumineuse	26% de la pièce
Bureau INRAP 3	1,60%	100% de la surface du local Surface local = Zone 1er rang	50% d'autonomie lumineuse	25% de la pièce
Bureau chercheurs 1	2,20%	100% de la surface du local Surface local = Zone 1er rang	50% d'autonomie lumineuse	40% de la pièce
Bureau chercheurs 2	2,20%	100% de la surface du local Surface local = Zone 1er rang	50% d'autonomie lumineuse	40% de la pièce
Salle pause/repas	4,50%	100% de la surface du local Surface local = Zone 1er rang	50% d'autonomie lumineuse	74% de la pièce

4. Confort hygrothermique

4.1. STD : Généralités et hypothèses

Une simulation thermique dynamique a été réalisée dans le but de quantifier le confort hygrothermique dans les locaux à occupation prolongés du projet, et de calculer les consommations énergétiques prévisionnelles du futur Centre de Conservation et d'étude.



En plus d'être utilisée à des fins de validation, la simulation thermique dynamique est utilisée dans un souci d'optimisation de la conception. En ce sens, les variantes suivantes ont été étudiées :

- **SANS ISOLATION** : aucun mur n'est isolé. La toiture est isolée par 10cm de laine minérale.
- **ISOLATION 4CM** : Les murs sur locaux à occupation prolongés sont isolés par 4 cm de laine minérale. Un doublage en BA 13 est prévu pour les murs en béton.

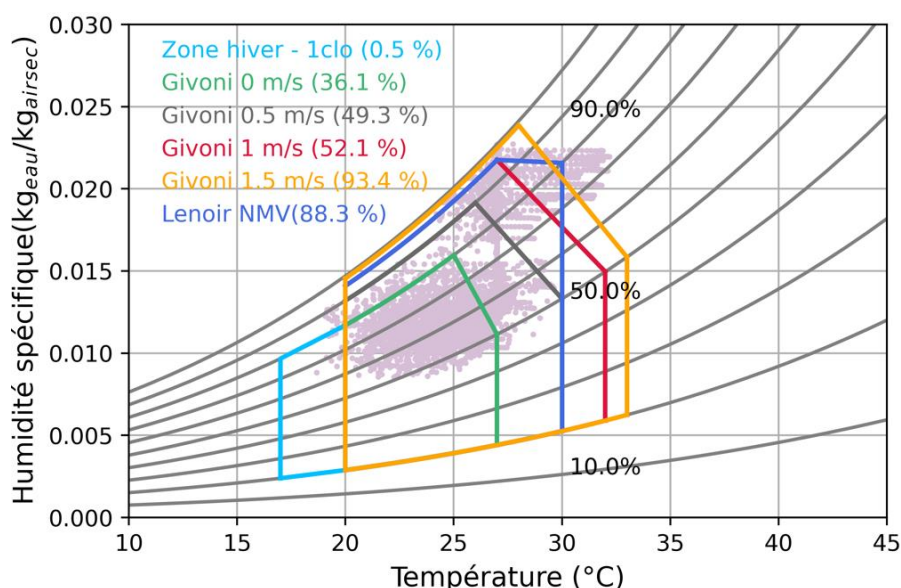
L'ensemble des hypothèses de fonctionnement prises pour la création du modèle numérique sont présentées en annexe 2 : Fiches Template.

Les hypothèses de construction sont présentées ci-dessous. Les études de variantes portent sur les épaisseurs d'isolant repérées en **rouge**.

Typologie	Composition (de l'extérieur vers l'intérieur)	Conductivité thermique (W/(m.K)	Densité (kg/m3)	Chaleur spécifique (J/(kg.K)	Absorption solaire	Résistance (m²K/W)
<i>Mur ossature bois + bardage</i>	OSB	13	650	2000	0,39	1,4672
	Isolation laine minérale 40mm	0,035	30	1000		
	Lame d'air 5mm	N/C	N/C	N/C		
	BA 13	0,25	1250	1250		
<i>Mur béton armé 180 + bardage</i>	Béton armé 180 mm	1,4	2100	840	0,39	1,2714
	Isolation laine minérale 40mm	0,035	30	1000		
	BA 13	0,25	1250	1250		
<i>Mur béton armé 200</i>	Béton armé 200 mm	1,4	2100	840	0,6	0,1429
<i>Plancher Bois</i>	OSB	13	650	2000	0,6	1,1667
	Lame air 220	N/C	N/C	N/C		
	BA 13	0,25	1250	1250		
<i>Plancher béton</i>	Béton armé 150mm	1,4	2100	840	0,6	2,056
Toiture terrasse béton	Isolation polystyrène 100mm	0,03	25	1380	0,8	4,11
	Béton armé 150 mm	1,4	2100	840		
<i>Toiture tôle isolée</i>	Tôle	230	2700	897	0,4	2,552
	Laine minérale 100mm	0,04	200	3		
	BA 13	0,25	850	1250		
<i>Cloison intérieure</i>	BA 13	0,25	850	1250	0,55	0,28
	Lame d'air 50mm	N/C	N/C	N/C		
	BA13	0,25	850	1250		

4.2. STD : Taux d'inconfort

Le confort thermique est caractérisé via le diagramme de Givoni. Pour chaque couple Température/Humidité relative, le diagramme renseigne des zones de confort thermique en fonction de la vitesse d'air à l'intérieur du local. La vitesse d'air peut être atteinte via la ventilation naturelle (irrégulière par nature) ou par brasseurs d'air (régulière et prévisible). De fait l'utilisation du diagramme de Givoni pour caractériser le confort est particulièrement adaptée à la conception bioclimatique. La figure suivante présente un exemple de répartition annuel des couples Température/humidité relative (1 point par heure).



La période de climatisation considérée dans les calculs des taux d'inconfort s'étend du 1^{er} novembre au 15 mai. Les taux sont donnés pour une vitesse d'air intérieur de 1.5 m/s (brasseur d'air vitesse 3).

4.2.1. Scénario sans isolation

Locaux	Scénario : Sans isolation
Atelier Maintenance	1,3%
Réception Contrôle	0,6%
Finitions	1,5%
Stabilisation	0,0%
Sablage	0,1%
Traitement Étude Conditionnement métal	0,0%
Espace Médiation	13,8%
Centre de ressource documentaire	10,4%
Bureau Gestionnaire des données	4,8%
Salle de pause	1,6%
Espace Consultation	14,6%
Bureau chercheur	6,2%
Bureau INRAP 1	6,9%
Bureau INRAP 2	5,9%
Traitement Etude Conditionnement 1	0,2%
Traitement Etude Conditionnement 2	0,4%
Laboratoire	4,3%
Traitement Etude Conditionnement	0,3%
Studio photo	2,0%
Salle de Lavage	1,6%

Climatiser les locaux du 1^{er} novembre au 15 mai, permet de maîtriser l'inconfort dans la plupart des locaux du projet (< 7% d'inconfort pour la plupart des locaux). En revanche, pour les locaux à forte densité d'occupation (espace médiation et consultation notamment), un inconfort plus important est observé. Pour ces locaux malgré que les taux de renouvellement d'air par ventilation naturelle moyens soient élevés, il subsiste des journées peu venteuses pendant lesquelles les charges internes sont mal évacuées. La mise en marche de la climatisation en hiver, de manière ponctuelle, permettrait de réduire l'inconfort.

4.2.2. Scénario : Isolation 4cm

Les taux d'inconfort correspondant au scénario qui intègre une isolation des murs extérieurs par 4cm de laine minérale sont présentés ci-dessous. Les différences par rapport au cas sans isolation sont aussi présentées.

Locaux	Scénario : Isolation 4mm	Différence
Atelier Maintenance	0,4%	-0,9%
Réception Contrôle	0,4%	-0,2%
Finitions	1,9%	0,4%
Stabilisation	0,0%	0,0%
Sablage	0,3%	0,2%
Traitement Étude Conditionnement métal	0,0%	0,0%
Espace Médiation	13,6%	-0,2%
Centre de ressource documentaire	10,9%	0,5%
Bureau Gestionnaire des données	3,9%	-0,9%
Salle de pause	0,9%	-0,7%
Espace Consultation	14,6%	0,0%
Bureau chercheur	5,7%	-0,5%
Bureau INRAP 1	6,6%	-0,3%
Bureau INRAP 2	5,5%	-0,4%
Traitement Etude Conditionnement 1	0,3%	0,1%
Traitement Etude Conditionnement 2	0,4%	0,0%
Laboratoire	7,9%	3,6%
Traitement Etude Conditionnement	0,1%	-0,2%
Studio photo	3,1%	1,1%
Salle de Lavage	0,5%	-1,1%

Dépendamment du bilan thermique du local (gains internes, gains externes, perte par ventilation), l'ajout d'isolant peut être contreproductif en termes de confort. Ceci vient du fait que l'isolation empêche aussi bien la chaleur de rentrer dans le local que d'en sortir. Ainsi dans certains cas elle dégrade la décharge thermique et par conséquent, le confort. Ces dégradations, repérées en rouge dans le tableau ci-dessus, sont faibles et sont à mettre en perspective avec les économies de climatisation que l'isolation permet de réaliser (voir partie 5.5). **Compte tenu des économies sur les consommations de climatisation, la mise en œuvre d'isolation a été retenue en phase PRO.**

5. Performance énergétique

5.1. Traitement de l'air

Pour répondre aux exigences programmatiques et aux contraintes du process, des stratégies de traitement d'air différentes sont mises en œuvre sur le projet. Concernant le traitement de l'air intérieur, on distingue :

- La déshumidification

Elle sera assurée par des déshumidificateurs autonomes. Des hygromètres seront installés dans les locaux et reliés à la GTB. L'insufflation est assurée par une ventilation mécanique selon les débits programmatiques.

- La climatisation de confort

Elle sera assurée par les systèmes DRV à détente directe et à condensation par air. La technologie Inverter permettra de moduler en permanence la puissance de l'unité extérieure en fonction des charges thermiques des pièces. Chaque unité intérieure disposera de sa propre commande. Une télécommande centralisée permettra de contrôler les consommations, de gérer les temps et les périodes de fonctionnement. Les DRV auront un SEER > 5.6 et seront de classe minimum A+. Le renouvellement d'air hygiénique est assuré par la ventilation mécanique (extraction)

Concernant l'amenée d'air neuf on distingue :

- La ventilation naturelle

Par ouvertures des fenêtres la saison fraîche uniquement ou toute l'année selon les locaux, elle permet d'atteindre un confort passif tout en assurant le renouvellement d'air hygiénique. Elle limite ainsi les consommations énergétiques.

- La ventilation mécanique

Par insufflation ou par extraction selon les locaux. Les taux de renouvellement d'air seront mis en œuvre conformément aux données programmatiques. Les caissons de ventilation seront équipés de moteur ECM à haute efficacité. En fonction des locaux, la ventilation mécanique est asservie à l'occupation.

Les stratégies appliquées aux différents locaux sont repérées sur les figures ci-dessous.

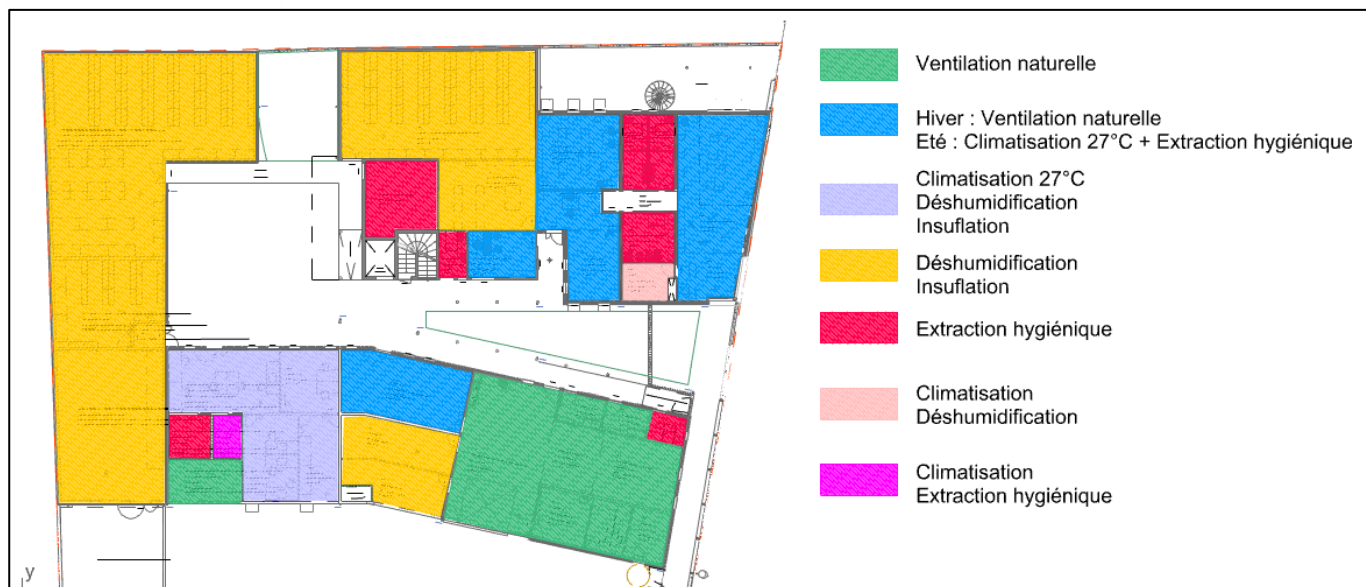


Figure 1 : Repérage du traitement thermique des locaux - RDC

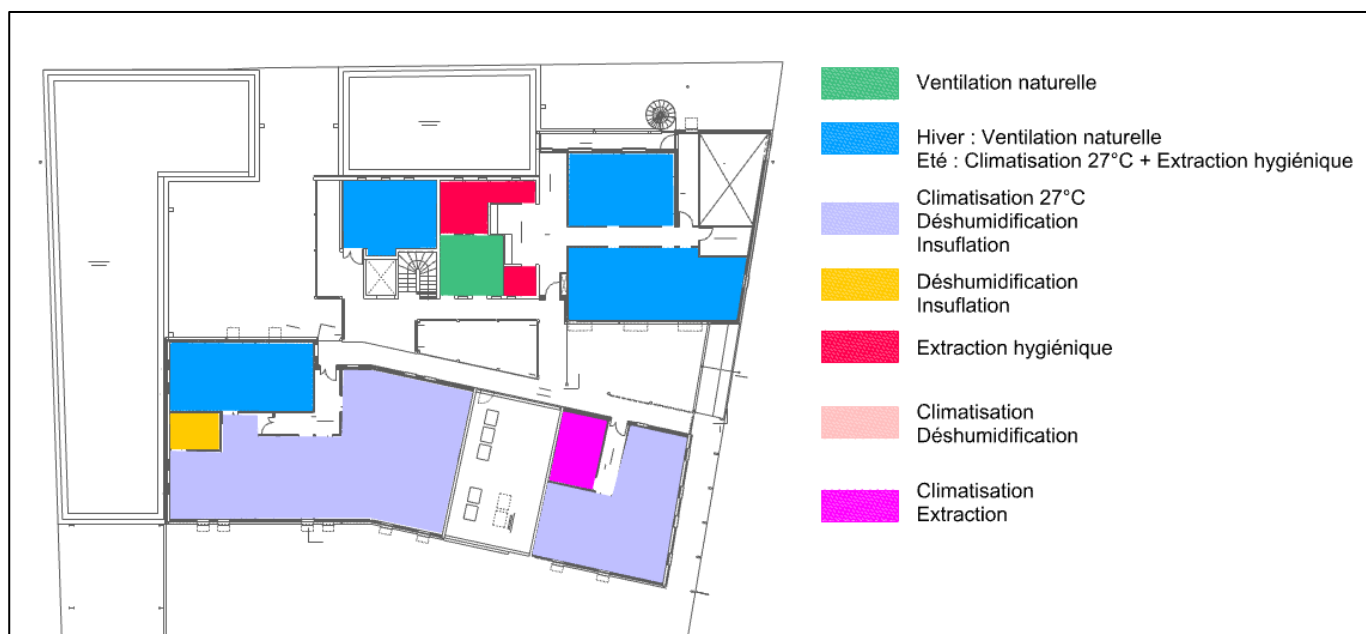


Figure 2 : Repérage du traitement thermique des locaux - R+1

5.2. Suivi des consommations énergétiques

Dans le cadre de l'opération, il sera mis en œuvre un dispositif de comptage par typologie d'équipement qui sera remonté sur un dispositif de gestion d'énergies. L'ensemble des équipements électriques seront de type communiquant via un Modbus.

Dans le TG-C, il sera implanté un module de gestion équipé d'un serveur web permettant la récupération de l'ensemble des données du site pour une gestion et une exploitation à distance via un navigateur internet (conformément au décret n°2019-771 du 23/07/2019).

5.3. Brasseur d'air

La mise en œuvre de brasseur d'air est prévue dans tous les locaux à occupation prolongée du projet. Ils permettent d'une part de faciliter l'atteinte d'un confort passif, par la création d'une vitesse d'air qui améliore la sensation de confort, et d'autre part de réduire les consommations de climatisation par la rehausse des températures de consigne.

Il est prévu en moyenne 1 brasseur d'air pour 10 m² et le calepinage privilégie leurs positionnements au-dessus des postes d'occupation.

Les brasseurs d'air présenteront les caractéristiques suivantes :

- 230 Volts 50 Hz– 26 à 72 watts (protection thermique intégrée)
- Roulement et moteur garantis à vie
- Moteur tropicalisé,
- Marquage de la lettre T conformément à la norme NF EN 60335-2-80,
- Réversible,
- 3 pales équilibrées,
- Ø des pales = 132 cm

5.4. Éclairage intérieur

Tous les éclairages mis en place seront de type LED, ils respecteront une densité de puissance installée inférieure ou égale à 6 W/m². Des dispositions en termes de gestion de l'éclairage seront mises en place afin de diminuer la consommation d'énergie.

Salle	Commande
Bureaux	Commande standard
Sanitaire/ LT/ Vestiaires / Coursive	Sur détecteur de présence

Les luminaires respecteront les prescriptions suivantes :

- Pour les espaces communs, un indice de rendu des couleurs supérieur ou égal à 80.
- Une température de couleur Tc comprise entre 3000 K et 4000K.
- Un UGR < 19

5.5. Bilan de consommation

Un bilan de consommation dynamique a été réalisé sur la base des hypothèses présentée dans les fiches Template en annexe. Les postes suivants sont considérés :

- Éclairage
- Bureautique
- Auxiliaires
- Brasseurs d'air
- Climatisation

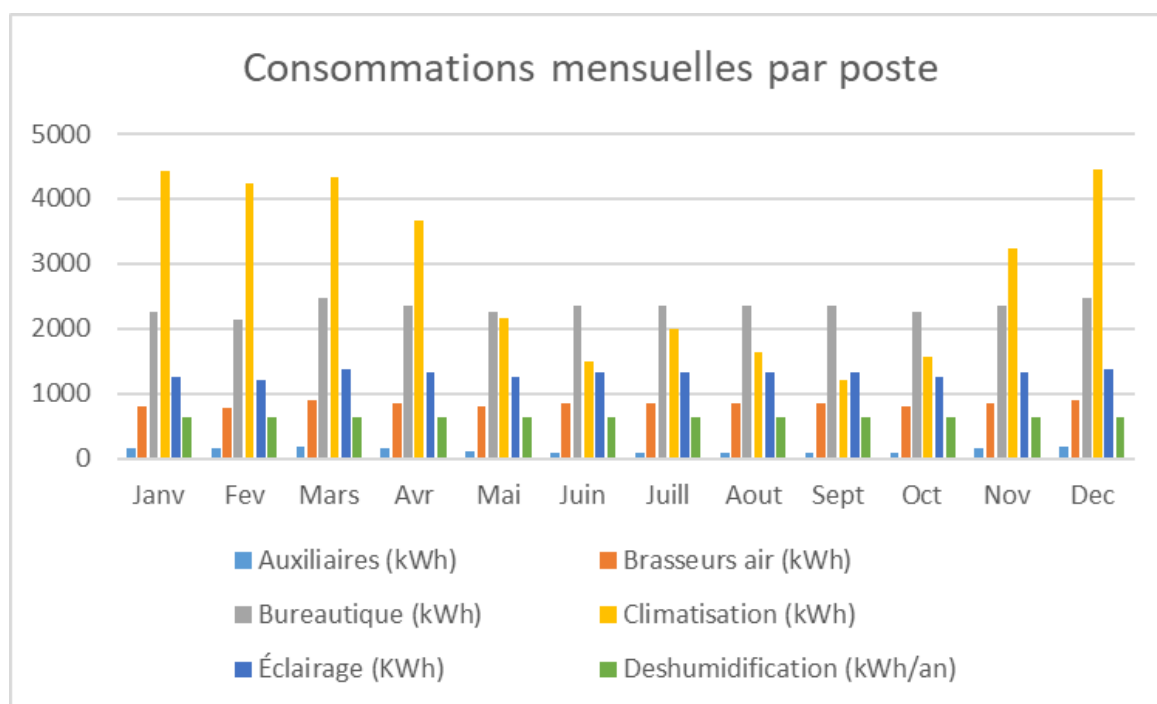
Il est précisé que les consommations des unités de déshumidification seront intégrées en phase PRO.

Conformément aux scénarios étudiés dans la simulation thermique dynamique, et afin de rendre compte de l'incidence de l'isolation sur les consommations de climatisation, trois bilans de consommations sont présentés :

- Sans isolation
- Isolation 2 cm
- Isolation 4cm

5.5.1. Scénario : Sans isolation

La répartition par poste, des consommations mensuelles correspondant à la conception sans isolation, est présentée ci-dessous :



	Auxiliaires (kWh)	Brasseurs air (kWh)	Bureautique (kWh)	Climatisation (kWh)	Éclairage (KWh)	Déshumidification (kWh/an)	Total (kWh/an)
Janv	156	811	2247	4417	1260		
Fev	147	772	2140	4232	1200		
Mars	168	888	2461	4339	1379		
Avr	161	850	2354	3669	1320		
Mai	119	811	2247	2157	1260		
Juin	86	850	2354	1480	1320		
Juill	87	850	2354	1991	1320		
Aout	87	850	2354	1629	1320		
Sept	86	850	2354	1206	1320		
Oct	85	811	2247	1569	1260		
Nov	158	850	2354	3238	1320		
Dec	168	888	2461	4443	1379		
Summed total	1506	10080	27927	34376	15654	7706	97249

La consommation du bâtiment sans isolation est estimée à 64,7 kWh/m². Les consommations liées à la climatisation sont les plus importantes (34 376,2 kWh soit 35% de la consommation totale). Les pistes d'économie sont :

- La réduction de la période de climatisation (augmentation de l'inconfort à prévoir)
- La hausse des températures de consigne

La consommation liée à la déshumidification représente quant à elle 8% de la consommation totale.

5.5.2. Variante isolation

En APD, l'impact sur les consommations de climatisation de l'ajout d'isolant est étudié au travers de deux scénarios :

- 20 mm d'isolation
- 40 mm d'isolation

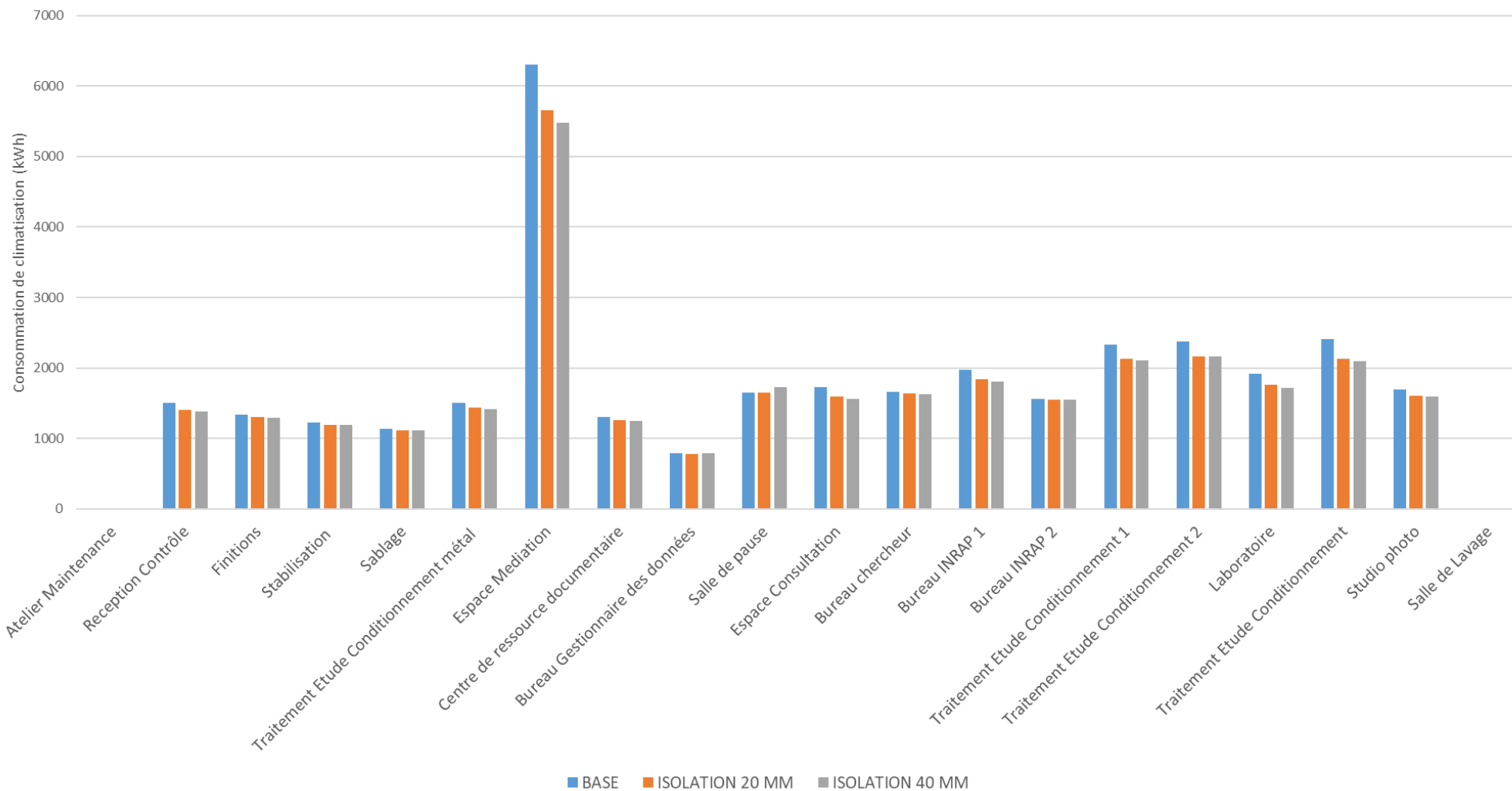
Les murs concernés sont les murs en béton et en ossature bois sur locaux à occupation prolongés. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

	SANS ISOLATION (kWh)	ISOLATION 20 MM (kWh)	ISOLATION 40 MM (kWh)
Réception Contrôle	1501	1407	1380
Finitions	1336	1300,4	1291
Stabilisation	1221	1196,2	1190
Sablage	1132	1115,8	1112
Traitement Étude Conditionnement métal	1500	1435,7	1417
Espace Médiation	6306	5656,1	5477
Centre de ressource documentaire	1308	1260,2	1246
Bureau Gestionnaire des données	792	778,000	787
Salle de pause	1651	1651,8	1726
Espace Consultation	1726	1594	1555
Bureau chercheur	1655	1632,4	1630
Bureau INRAP 1	1973	1840,7	1806
Bureau INRAP 2	1557	1544,4	1543
Traitement Etude Conditionnement 1	2328	2132,5	2106
Traitement Etude Conditionnement 2	2371	2164,3	2160
Laboratoire	1915	1764	1718
Traitement Etude Conditionnement	2409	2129,2	2097
Studio photo	1697	1608,6	1589
Total	34 376,30	32 211,60	31 828,10

L'ajout de 40mm d'isolant en façade permet de réduire de 2 548 kWh la consommation de la climatisation, soit une baisse de 7%. Cela peut paraître faible, mais rapporté à la durée de vie du bâtiment (50 ans) cela représente **127 400 kWh soit 25 480 € (0,2€/kWh) et 85,5 TCO₂eq**. En ce sens, l'ajout d'une épaisseur de 40mm en façade est conseillé.

La figure suivante présente la consommation de la climatisation par locaux.

Consommation de la climatisation en fonction de l'isolation des murs



L'ajout d'isolant a aussi un impact sur le dimensionnement de la climatisation. La figure suivante présente les puissances des climatiseurs à prévoir en fonction du scénario :

	Puissance des UI clim (kW) - SANS ISOLATION	Puissance des UI clim (kW) - ISOLATION 20 MM	Puissance des UI clim (kW) - ISOLATION 40MM
Centre de ressource documentaire	2,054	1,927	1,886
Bureau gestionnaire des données	1,506	1,247	1,22
Local informatique	1,475	1,352	1,318
Finitions	1,549	1,448	1,417
Stockage Produits	0,166	0,16	0,158
Stabilisation	1,473	1,383	1,358
Sablage	1,313	1,248	1,228
Espace médiation	8,881	7,717	7,367
Traitement Etude et Conditionnement 1	3,517	2,71	2,541
Laboratoire	2,471	2,072	1,949
Stockage Produits	1,175	0,673	0,664
Traitement Etude et Conditionnement 2	3,66	2,668	2,482
Traitement Etude et Conditionnement	3,574	2,558	2,347
Traitement Étude Conditionnement métal	2,071	1,905	1,856
Studio photo	2,148	1,784	1,676
Séchage	2,575	2,085	1,932
Bureau chercheurs	2,169	2,096	2,075
Bureau chercheur	2,179	2,097	2,073
Salle de consultation	2,696	2,41	2,322
Bureau INRAP 1	2,24	1,975	1,895
Bureau INRAP 2	1,699	1,603	1,574
Bureau INRAP	1,922	1,745	1,692
Salle de pause repas	4,635	3,623	3,529
Réception Contrôle	2,224	1,995	1,929
Total	59,372	50,481	48,488

L'isolation des façades par 4cm de laine minérale permet une réduction de la puissance des systèmes de 18%.

En phase PRO, la mise en œuvre de 4cm d'isolation a été généralisée au MOB. Une isolation de 2cm a aussi été mise en œuvre sur les murs en béton lorsqu'ils ne respectaient pas les facteurs solaires préconisés par PERENE.

6. Maintenance et pérennité des performances

Conformément aux exigences du programme environnemental, l'accès pour l'entretien et la maintenance du bâtiment est pensé tout au long de la conception. Ainsi, les équipements et réseaux associés (ventilation, transformateur, équipements de process et de gestion de l'eau) sont mis en œuvre de façon à permettre un accès aisé pour toutes les opérations d'entretien et de maintenance.

L'accès aux organes de réglage pour les installations et l'eau seront positionnés de façon à permettre des interventions sans gêner les occupants dans les locaux.

Les locaux techniques seront suffisamment dimensionnés pour faciliter les actions de maintenance.

Des moyens de comptage pour le suivi des consommations d'énergie et d'eau sont mis en œuvre. En plus de permettre le suivi énergétique, ils pourront permettre de détecter d'éventuelles panne ou fuite. Les comptages suivants seront mis en œuvre :

- Installation d'humidification et de déshumidification des espaces de conservation
- Consommation d'ECS
- Consommation éclairage
- Consommation ventilation
- Comptage sur les réseaux fluides alimentant l'unité de restauration métal

La GTB permettra un contrôle des conditions d'ambiances dans les espaces de conservation et de travail

7. Gestion de l'eau

Afin de réduire les consommations d'eau potable, les dispositions suivantes seront mises en œuvre :

- Mise en place de mousseurs, réducteur de pression sur tous les points de puisage
- Pour les sanitaires : chasse économique double débit
- Mise en place d'une installation de récupération d'eau de pluie de 20 m3 permettant un premier lavage de BAM et pour l'entretien des espaces extérieurs. Un compteur sera installé pour enregistrer la consommation d'eau pluviale.

8. Choix intégré des produits, systèmes et procédés de construction

8.1. Confort olfactif et qualité d'air

Dans les locaux non climatisés fonctionnant en ventilation naturelle, les débits de renouvellement d'air seront calculés numériquement par simulation. Ils seront comparés aux débits d'air neuf hygiénique réglementaire afin de contrôler que la bonne qualité d'air dans les locaux.

Dans les locaux climatisés ou à contrôle hygrothermique, les débits d'air neuf hygiénique ou à défaut, ceux permettant d'assurer le bon fonctionnement du process seront mis en œuvre.

La qualité d'air intérieure étant également liée à la recherche de produits sains en contact avec l'air intérieur, les matériaux respecteront l'arrêté du 30 avril 2009. Les vernis et peintures utilisés respecteront les valeurs seuils suivantes :

A. Teneurs maximales en COV pour certains vernis et peintures

	Sous-catégorie de produits	Type	Phase II (g/l)* à partir du 01/01/2010
a	Intérieur mate murs et plafonds (brillant = 25 ± 60°)	PA	30
		PS	30
b	Intérieur brillante murs et plafonds (brillant > 25 ± 60°)	PA	100
		PS	100
c	Extérieur murs support minéral	PA	40
		PS	430
d	Peintures intérieur/extérieur pour finitions et bardages bois ou métal	PA	130
		PS	300
e	Vernis lasures intérieur/extérieur pour finitions, y compris lasures opaques	PA	130
		PS	400
f	Lasures non filmogènes intérieur/extérieur	PA	130
		PS	700
g	Impressions	PA	30
		PS	350
h	Impressions fixatrices	PA	30
		PS	750
i	Revêtements monocomposants à fonction spéciale	PA	140
		PS	500
j	Revêtements biocomposants à fonction spéciale pour utilisation finale spécifique, sur sols par exemple	PA	140
		PS	500
k	Revêtements multicolores	PA	100
		PS	100
l	Revêtements à effets décoratifs		200
			200
(*) g/l de produit prêt à l'emploi.			

Les produits constituant les surfaces sols/murs/plafonds respecteront les seuils d'émissions suivants :

- COVT : 2000 µg/m³ ou classe B
- Formaldéhyde : 120 µg/m³ – ou classe B
- la classe d'émission des revêtements des murs planchers et plafonds est connue et est de niveau A ou A+

Les bois seront naturellement durables ou traités avec des produits certifiés CTB P+.

8.2. Analyse de cycle de vie

8.2.1. Objectifs

L'objectif de cette ACV (Analyse du Cycle de Vie) est d'estimer l'impact environnemental global du bâtiment, de cibler les matériaux les plus impactant et d'évaluer différentes variantes sur ces produits (permettant ainsi de diminuer les impacts du projet sur l'environnement). Les conclusions de l'étude permettront d'avoir une réflexion sur les matériaux du projet.

8.2.2. Méthodologie

L'ACV se traduit par la mesure des ressources nécessaires pour fabriquer un produit et par le suivi de la quantification des impacts de cette fabrication sur l'environnement. Elle est calculée grâce à des **Fiches de Déclaration Environnementales et Sanitaires appelées FDES** (ou leurs équivalents), ces fiches rassemblent les informations du producteur sur les impacts de ses produits sur leur cycle de vie complet.

Le calcul est réalisé grâce au logiciel OneClick LCA. Il est conforme à la norme EN 15978.

Pour chaque matériau du projet, différents types de FDES sont disponibles sur la base de données INIES (sur laquelle se base le logiciel OneClick) :

- **FDES individuelle** conçue par le fabricant d'un produit spécifique
- **FDES collective** conçue par un groupe de fabricants d'un même type de produit

Les éléments suivants sont intégrés au périmètre de l'étude :

- Enrobés extérieurs
- Fondations et infrastructure
- Superstructure y.c planchers et dalles
- Charpentes – murs ossature bois et bardages
- Revêtements de sol
- Cloisons intérieures
- Finitions intérieures et extérieures
- Luminaires
- Menuiseries intérieures et extérieures
- Principaux équipements techniques

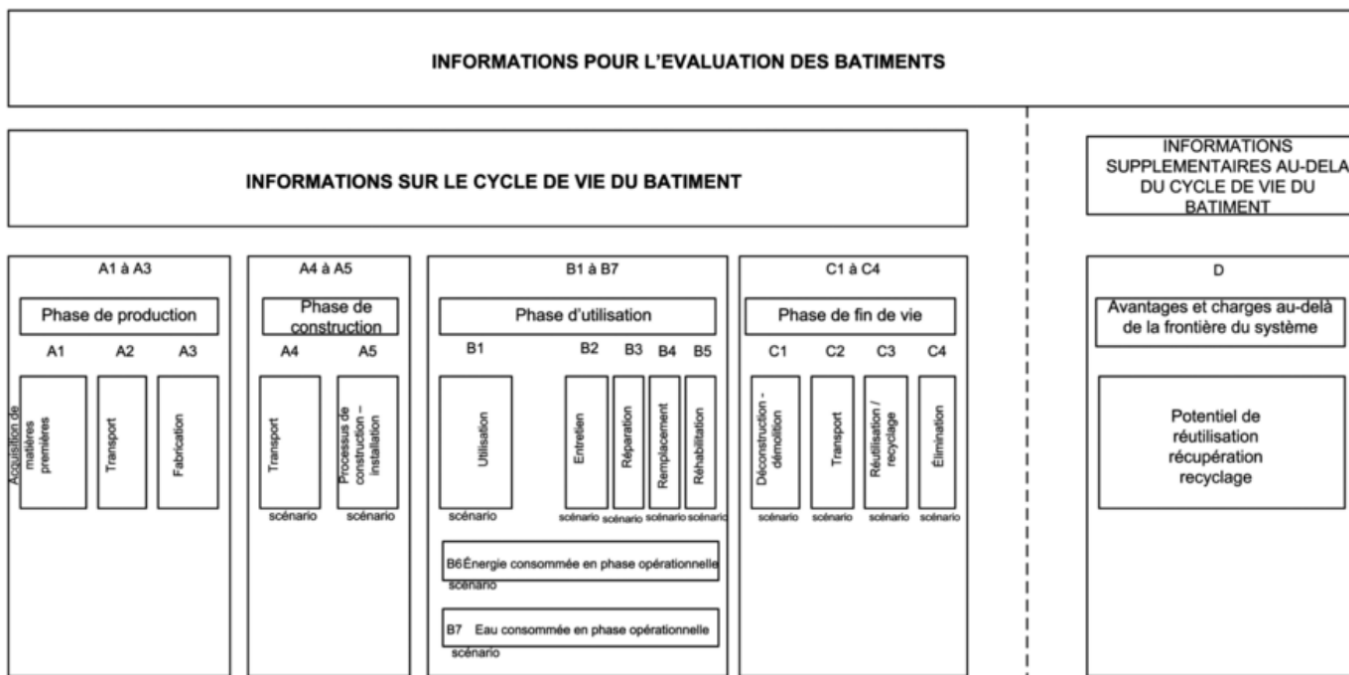
Les étapes du cycle de vie suivantes sont considérées :

- A1 – A2 – A3 : Fabrication des matériaux
- A4 : Transport vers le site
- B4-B5 : Remplacement des matériaux
- B6 : Consommation énergétique
- C1 à C4 : Fin de vie

Les hypothèses suivantes sont prises :

- B4-B5 : Remplacement à l'issue de la durée de vie théorique du matériau
- B6 : Consommation énergétique du scénario : Isolation 4cm

La figure suivante est donnée à titre indicatif et présente l'ensemble des étapes du cycle de vie du bâtiment.



8.2.2.1. Impact du transport

Généralités

L'un des enjeux du secteur de la construction à la Réunion réside dans l'approvisionnement de la filière. En effet, les produits de construction étant majoritairement importés de France Métropolitaine et d'Europe par bateaux, l'impact carbone d'un bâtiment réunionnais est bien plus important qu'un bâtiment similaire construit en Métropole. Le développement des filières locales prend ici tout son sens.

Les FDES utilisées prennent en compte les impacts liés aux déplacements des produits entre les sites de production et les impacts du transport sur les sites de mises en œuvre. Ces derniers sont établis sur la base de profils types et moyen en Europe et ne reflètent donc pas la spécificité insulaire de La Réunion.

One Click LCA permet de modifier la distance et le moyen de transport entre le lieu de fabrication et de mise en œuvre. Les calculs excluent le retour à vide, car ils sont supposés servir à d'autres usages. Les impacts du transport sont pris en compte dans la partie A4 du cycle de vie et, en cas de remplacement au cours du cycle de vie, les mêmes valeurs sont utilisées pour B4 et B6.

Il est considéré une distance de transport de 10 000 km en porte-conteneurs émettent 0,0173 kgCO₂e/tonne.km

Cas spécifique du béton

L'utilisation des matériaux locaux pour la fabrication du béton est prise en compte dans le calcul. La répartition suivante est considérée :

	Ratio massique	Provenance
ment	17,66%	Métropole
Agrégats	70,73%	La Réunion
Eau	8,61%	La Réunion
Acier	3%	Métropole

Cette spécificité est prise en compte dans le calcul en appliquant un coefficient de 0,2066 à la distance de transport du béton.

8.2.3. Résultats

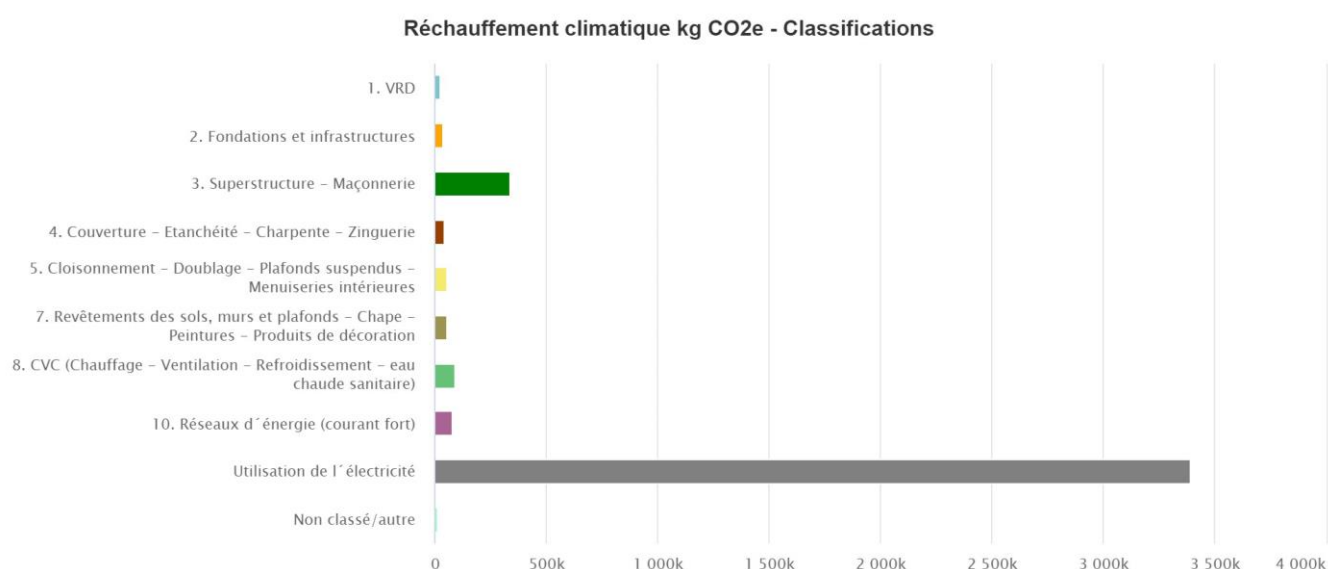
Selon le périmètre de l'étude et les hypothèses prises, l'emprunte carbone du projet base est évaluée à 2 965 kgCO₂/m² soit l'émission de 4 127 tonnes de CO₂.

Les principaux contributeurs aux émissions de CO₂ du projet sont les éléments de Superstructure (principalement le béton armé) et l'empreinte carbone liée à la consommation énergétique du bâtiment. Lors de la phase APD, une variante optimisée en structure bois avait été étudiée. **L'utilisation de bois permet une réduction des émissions carbone de 30% de ce poste.**

Les pistes de réduction de l'empreinte carbone liée à la consommation énergétique sont :

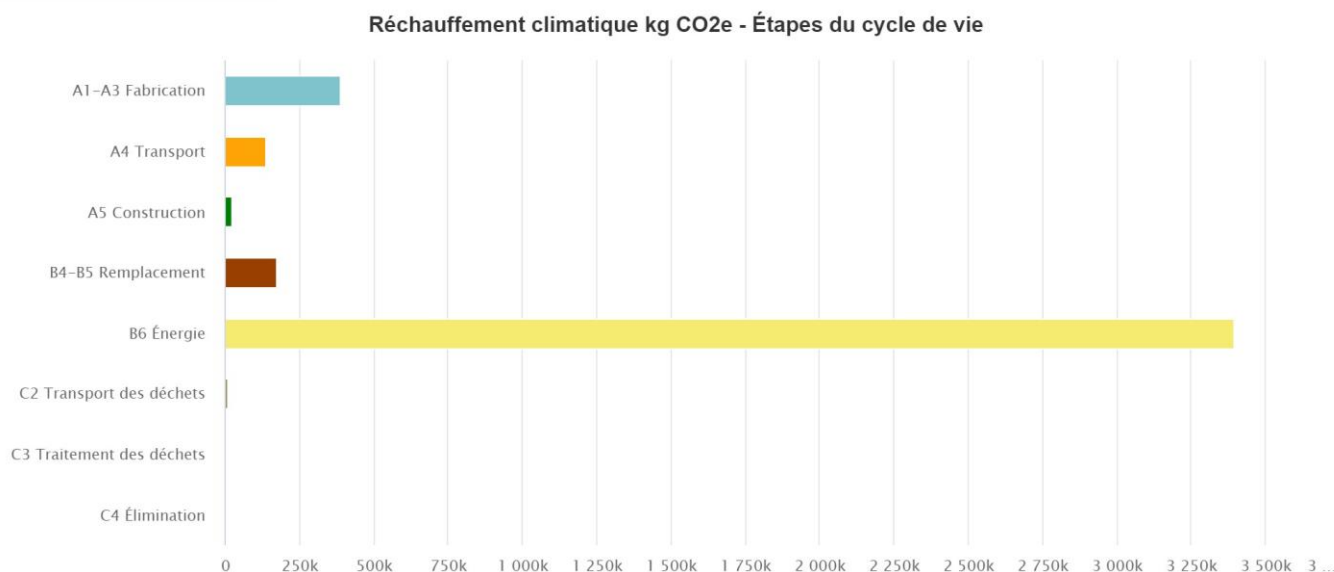
- La réduction de la période de climatisation
- La mise en œuvre d'une production photovoltaïque en toiture du projet

La figure suivante présente la répartition par élément.



Concernant l'impact carbone des étapes du cycle de vie du projet, la plus émissive est aussi celle liée aux consommations énergétiques (3 394 294kgCO₂). L'étape de fabrication arrive en seconde position avec près de 387 550 4kgCO₂. Enfin, le transport lié aux matériaux représente près de 3.5% des émissions de CO₂ sur 50 ans soit 138 816 kgCO₂.

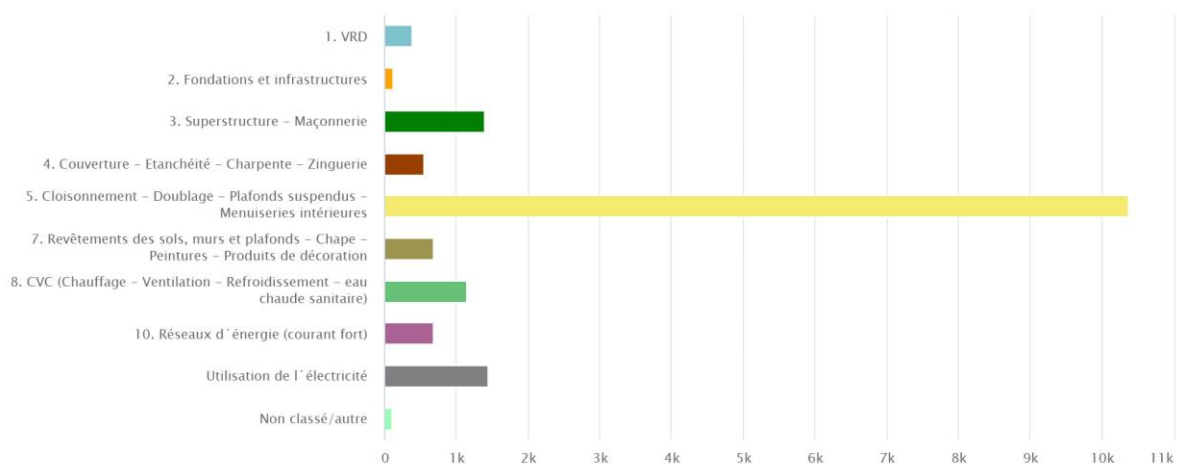
La figure suivante présente l'impact carbone des différentes étapes du cycle de vie du projet.



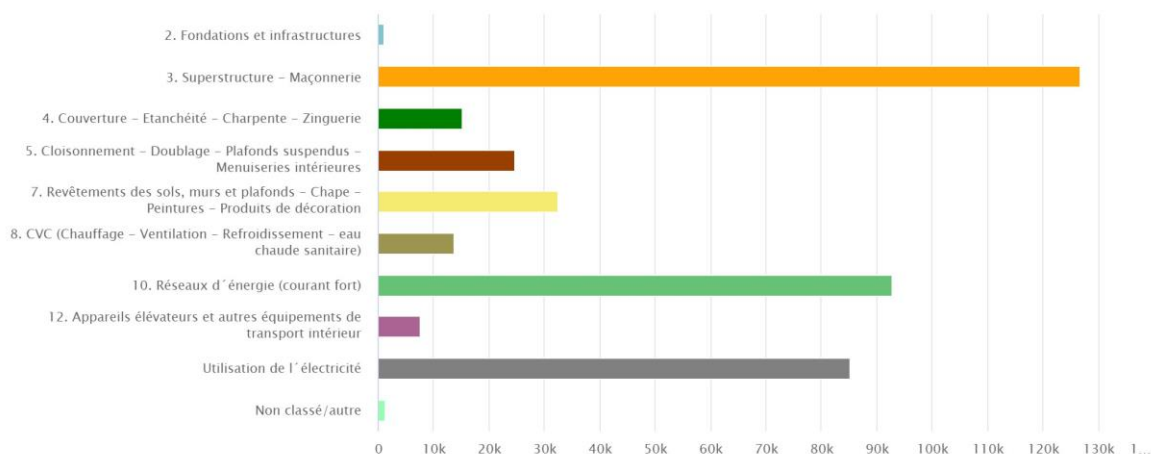
Enfin, des indicateurs complémentaires sont étudiés dans le cadre de l'ACV :

- Les **consommations d'eau** : **16 836 m3** soit 12m3/m²
 → Le principal contributeur est le lot cloisonnement/menuiseries intérieures et notamment le poste « portes intérieures » en bois qui a une consommation d'eau importante lors de sa fabrication et est renouvelé une fois lors du cycle de vie du bâtiment.
- **Déchet** : **400 264kg** soit 287 kg/m²
 → Le principal contributeur est le lot GO. La phase de remplacement est pratiquement égale à la phase de fabrication en termes de production déchets. Ainsi, les lots de second-œuvre et les lots techniques contribuent pour une part non négligeable à ce poste.
- **Consommations énergie** (non renouvelables en tant que matière première) : **571 617MJ** soit 410MJ/m²
 → Le principal contributeur est le lot couverture/étanchéité/charpente (lié aux matériaux métalliques et à l'étanchéité). Les peintures (remplacées plusieurs fois lors de la durée du bâtiment) sont le second poste de consommation.

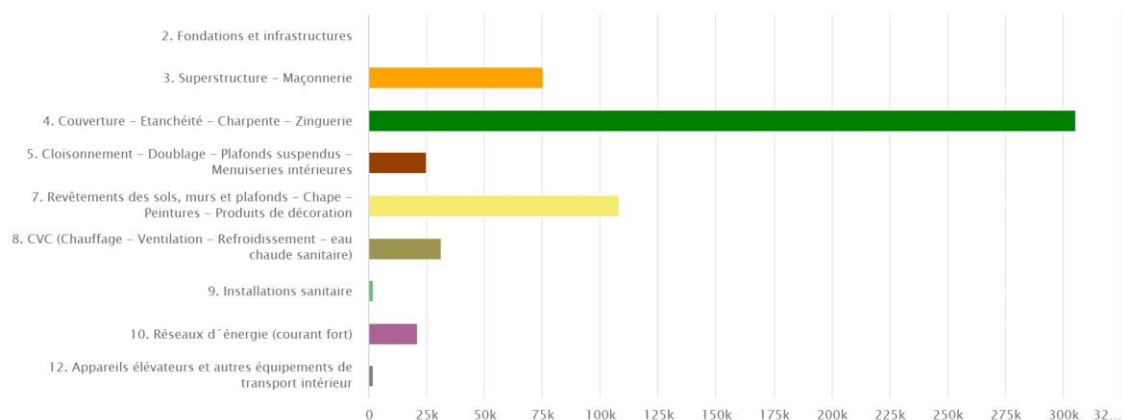
Utilisation nette d'eau douce m3 - Classifications



Déchets non dangereux éliminés kg - Classifications



Utilisation de ressources énergétiques primaires non renouvelables employées en tant que matière première MJ - Classifications

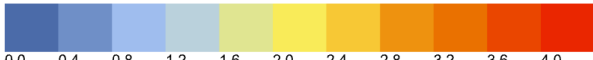



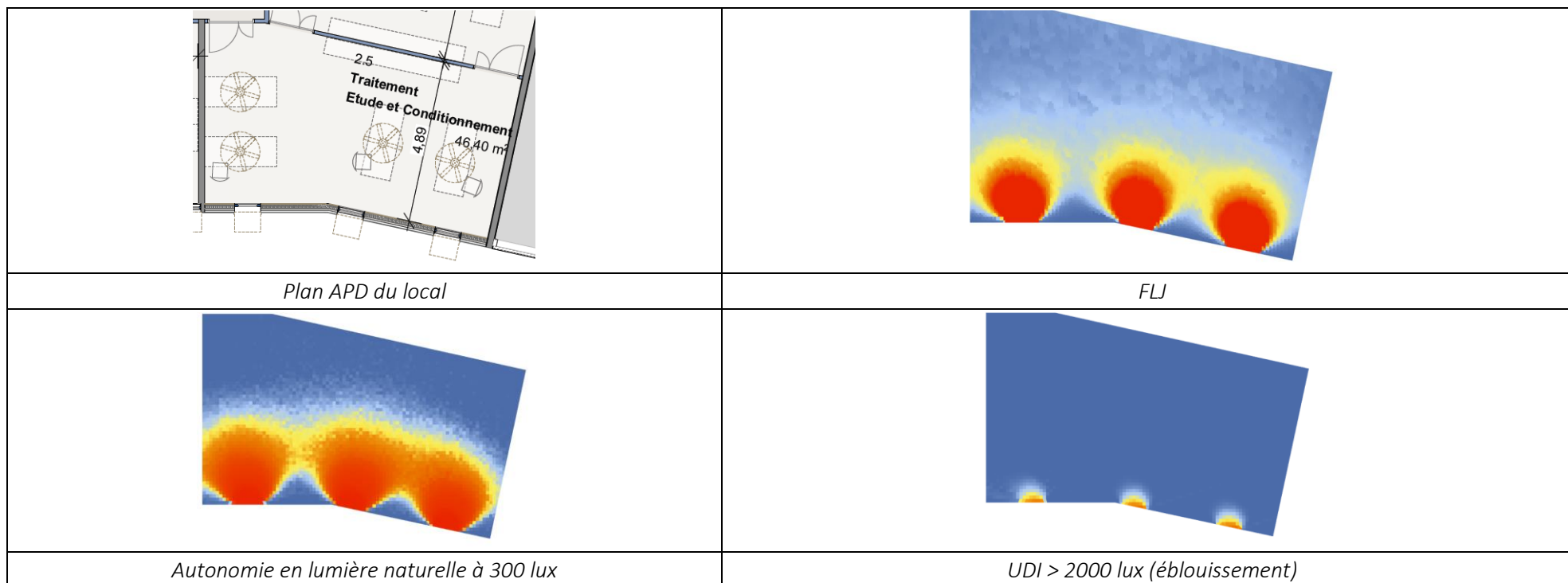
9. Chantier propre

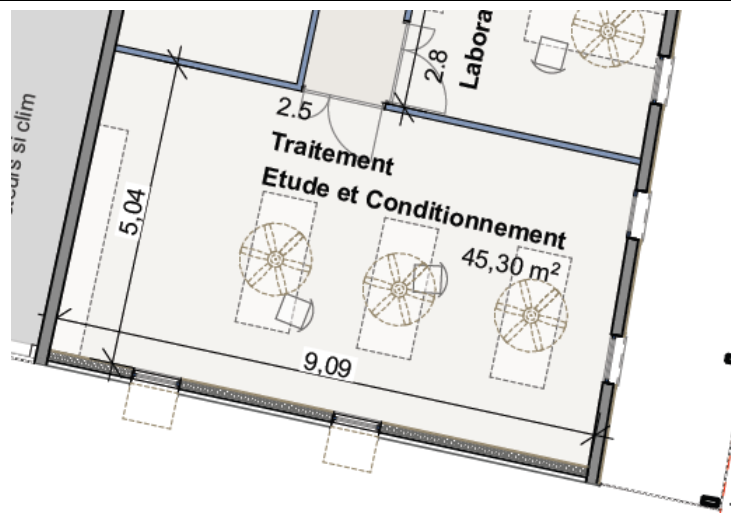
La charte de chantier faible nuisance est annexée à la notice QE du rendu PRO.

Annexe 1 : Répartition de l'éclairage naturel

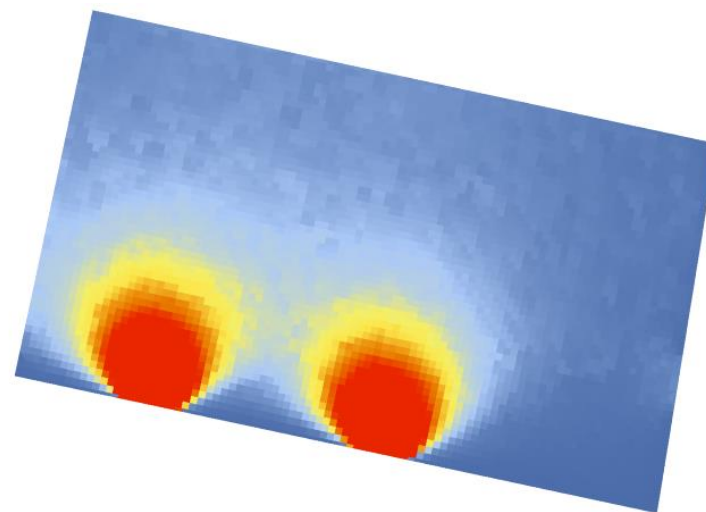
1. Traitement Étude et Conditionnement

Échelle (FLJ)	 0.0 0.4 0.8 1.2 1.6 2.0 2.4 2.8 3.2 3.6 4.0
Échelle Autonomie lumineuse	 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

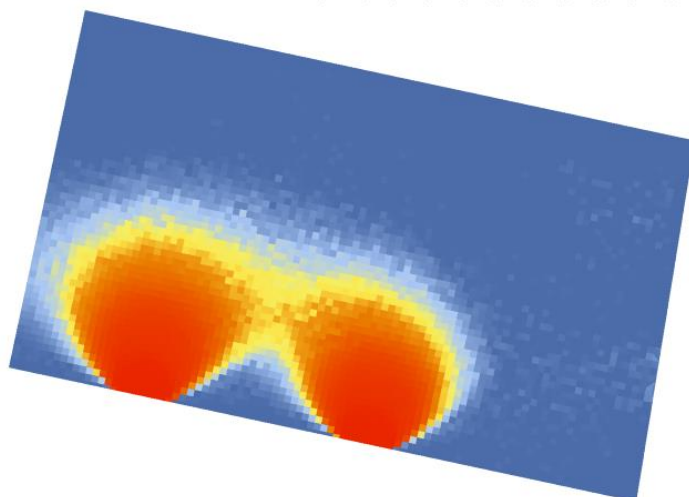




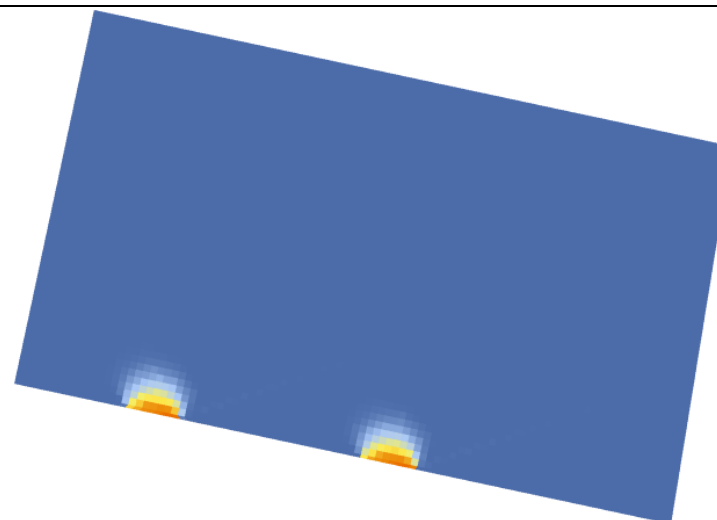
Plan APD du local



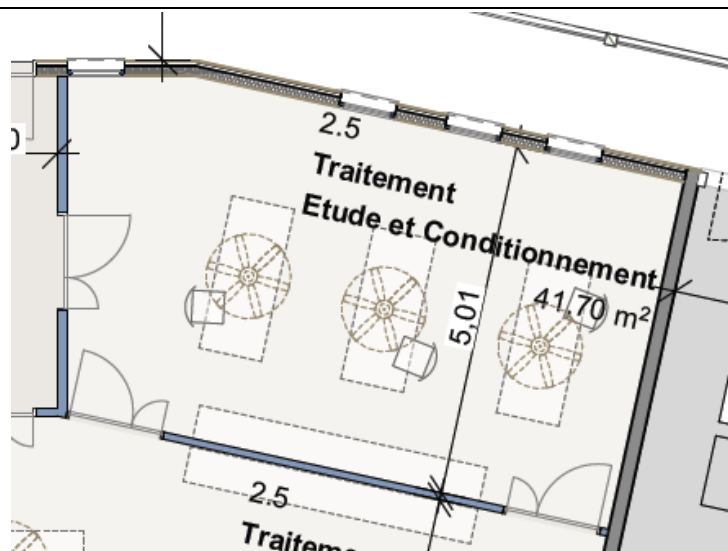
FLJ



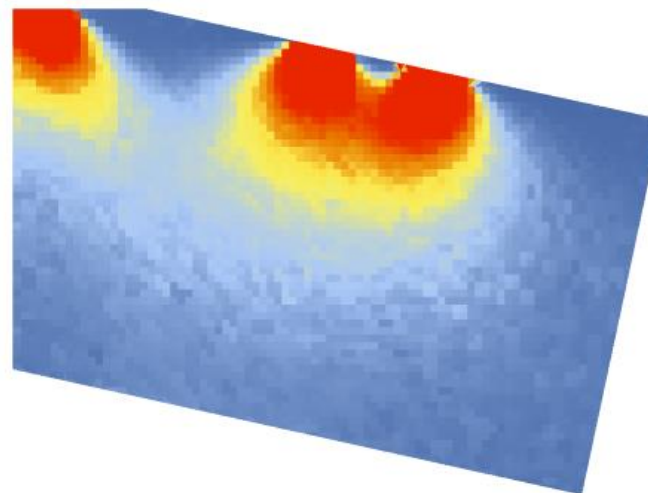
Autonomie en lumière naturelle à 300 lux



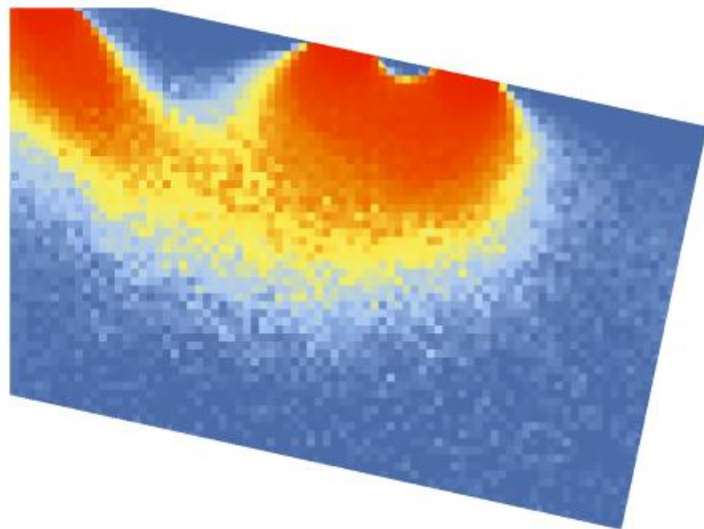
UDI > 2000 lux (éblouissement)



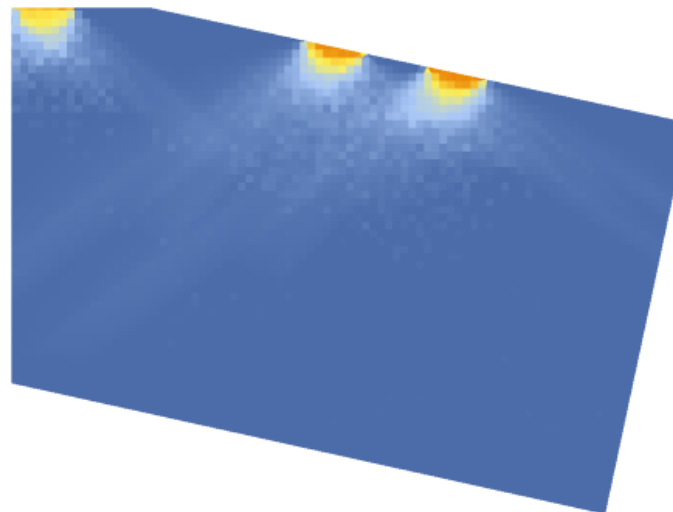
Plan APD du local



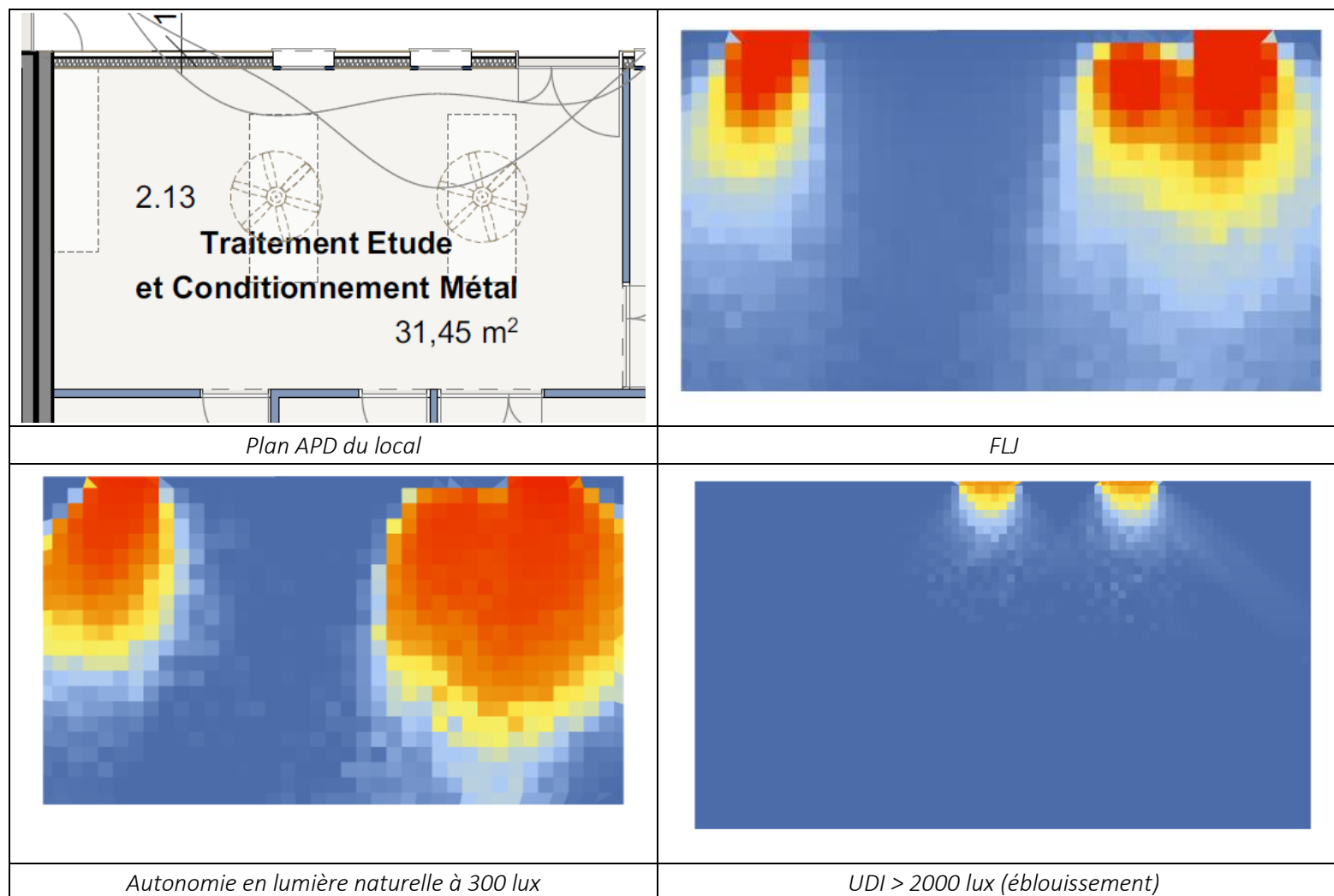
FLJ



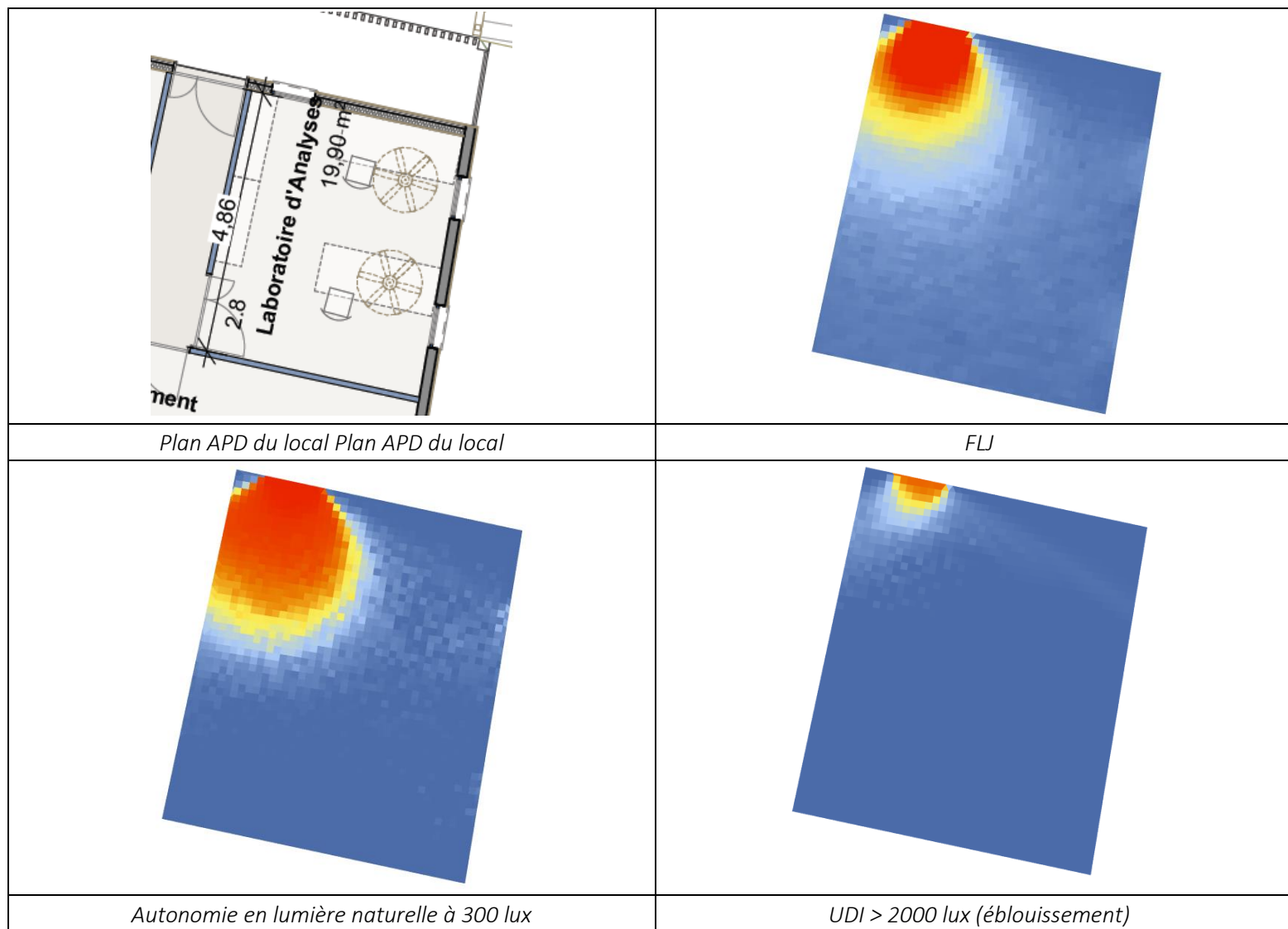
Autonomie en lumière naturelle à 300 lux



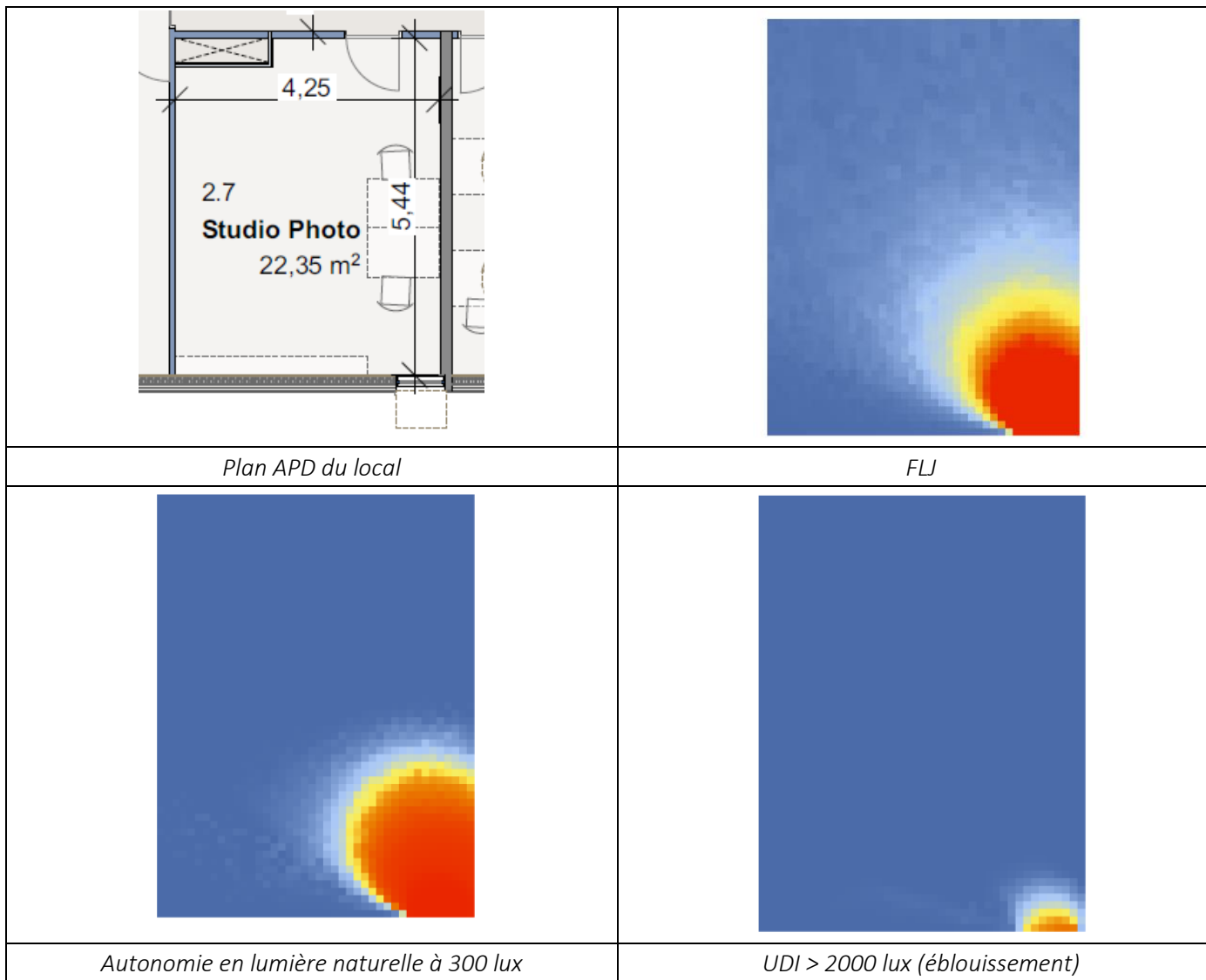
UDI > 2000 lux (éblouissement)



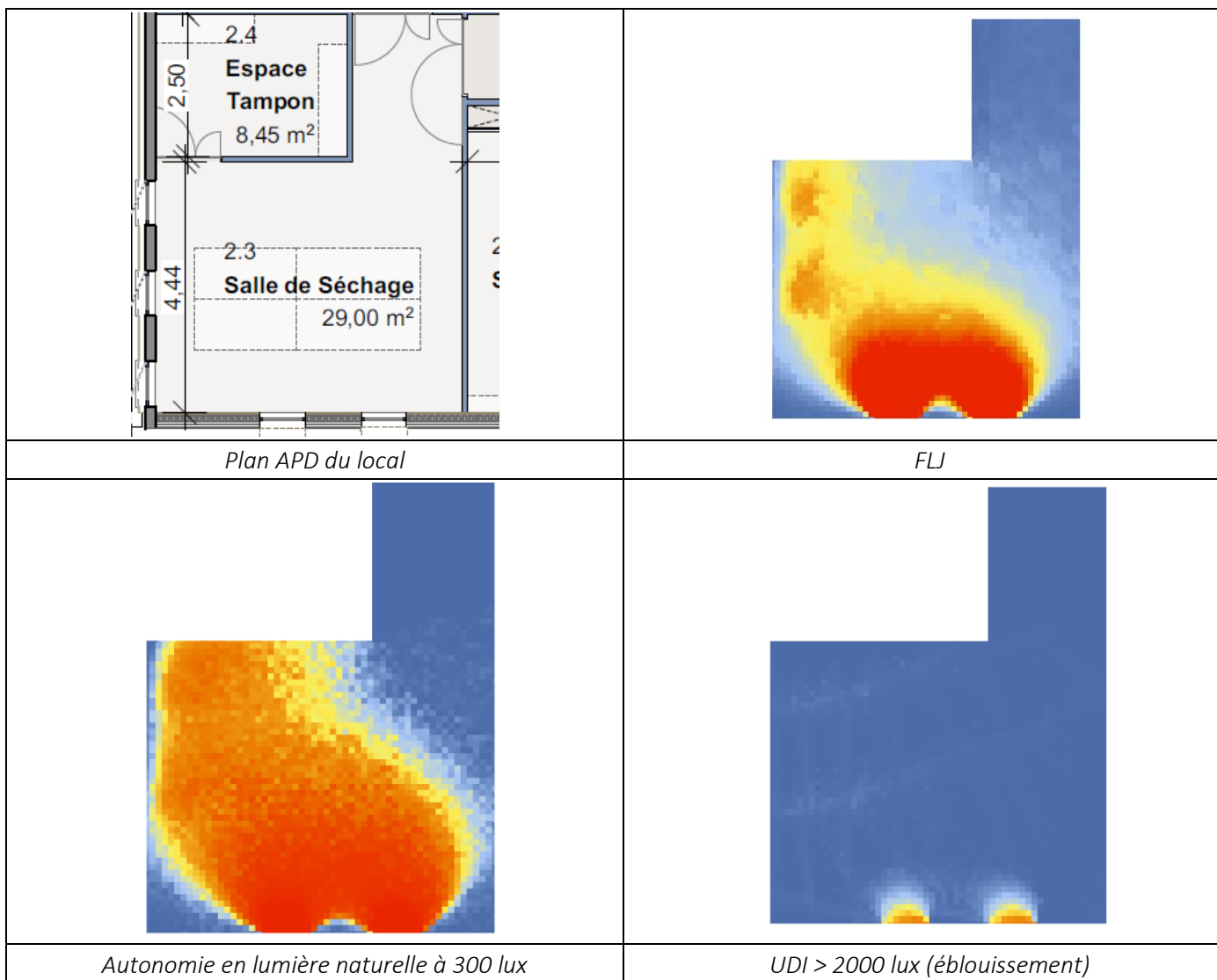
1.1.1. Laboratoire d'analyse



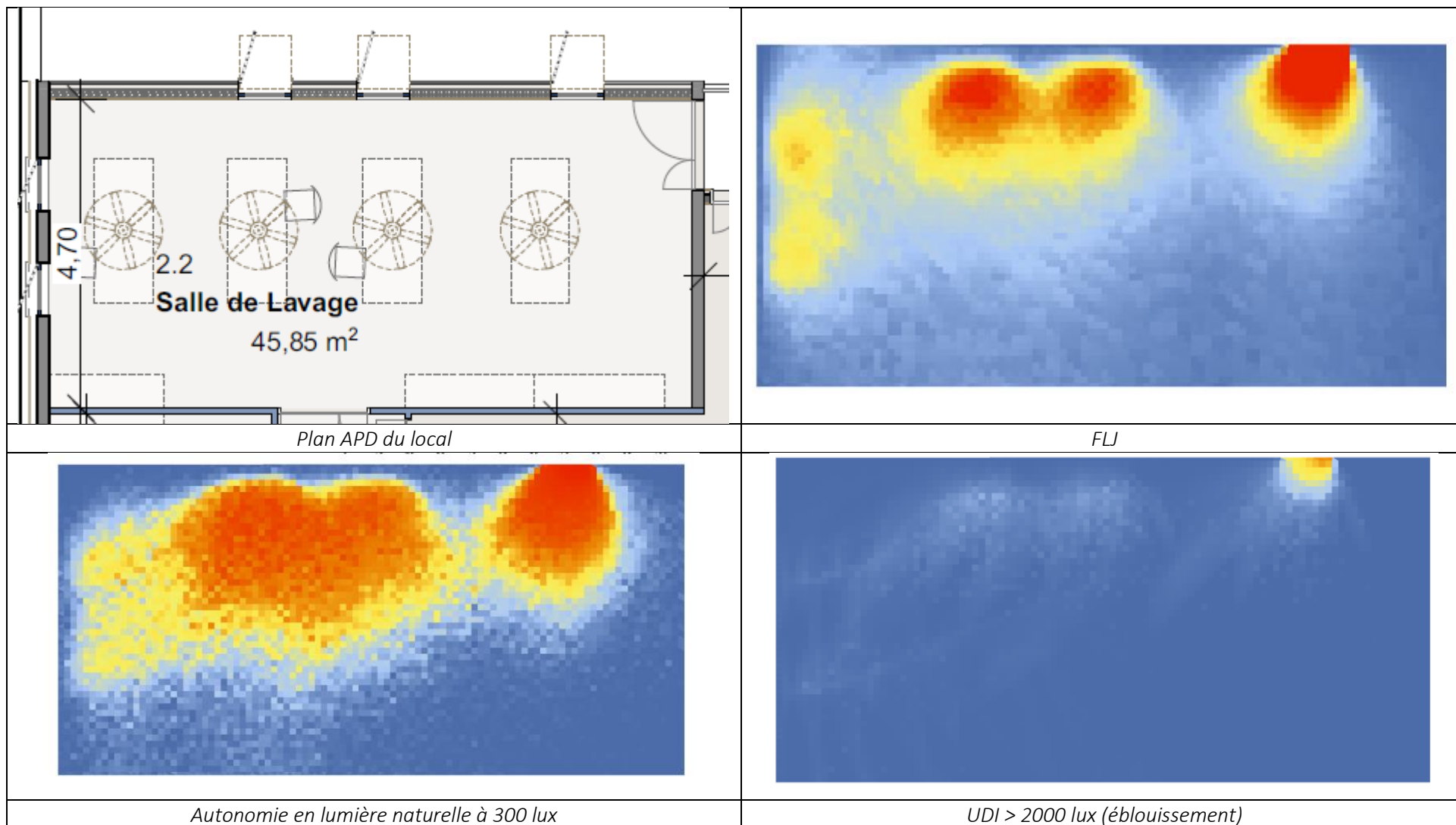
1.1.2. Studio photo



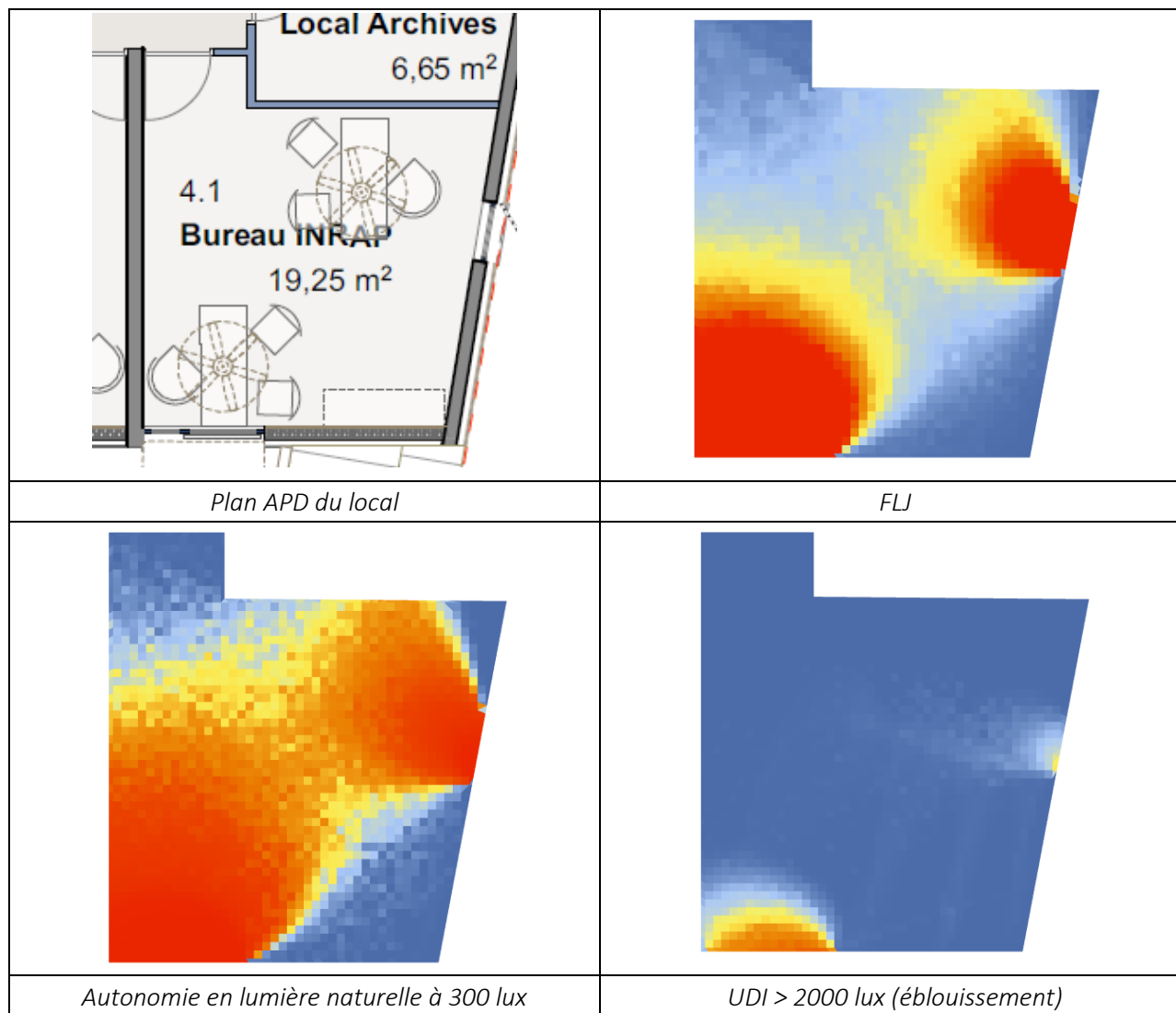
1.1.3. Salle de séchage

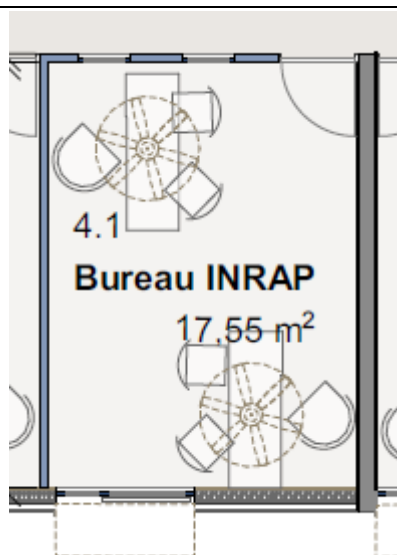


1.1.4. Salle de lavage

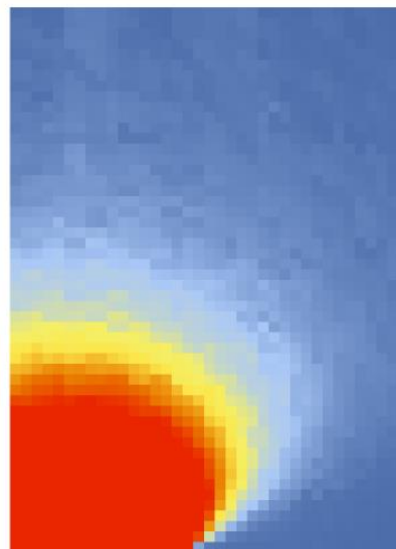


1.1.5. Bureau INRAP

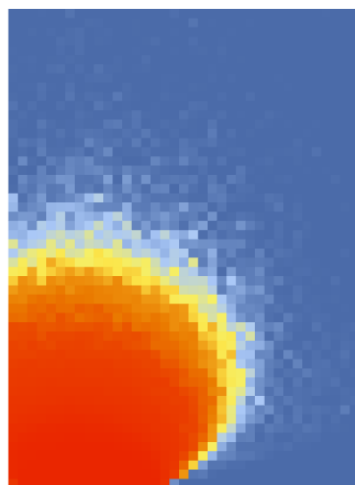




Plan APD du local



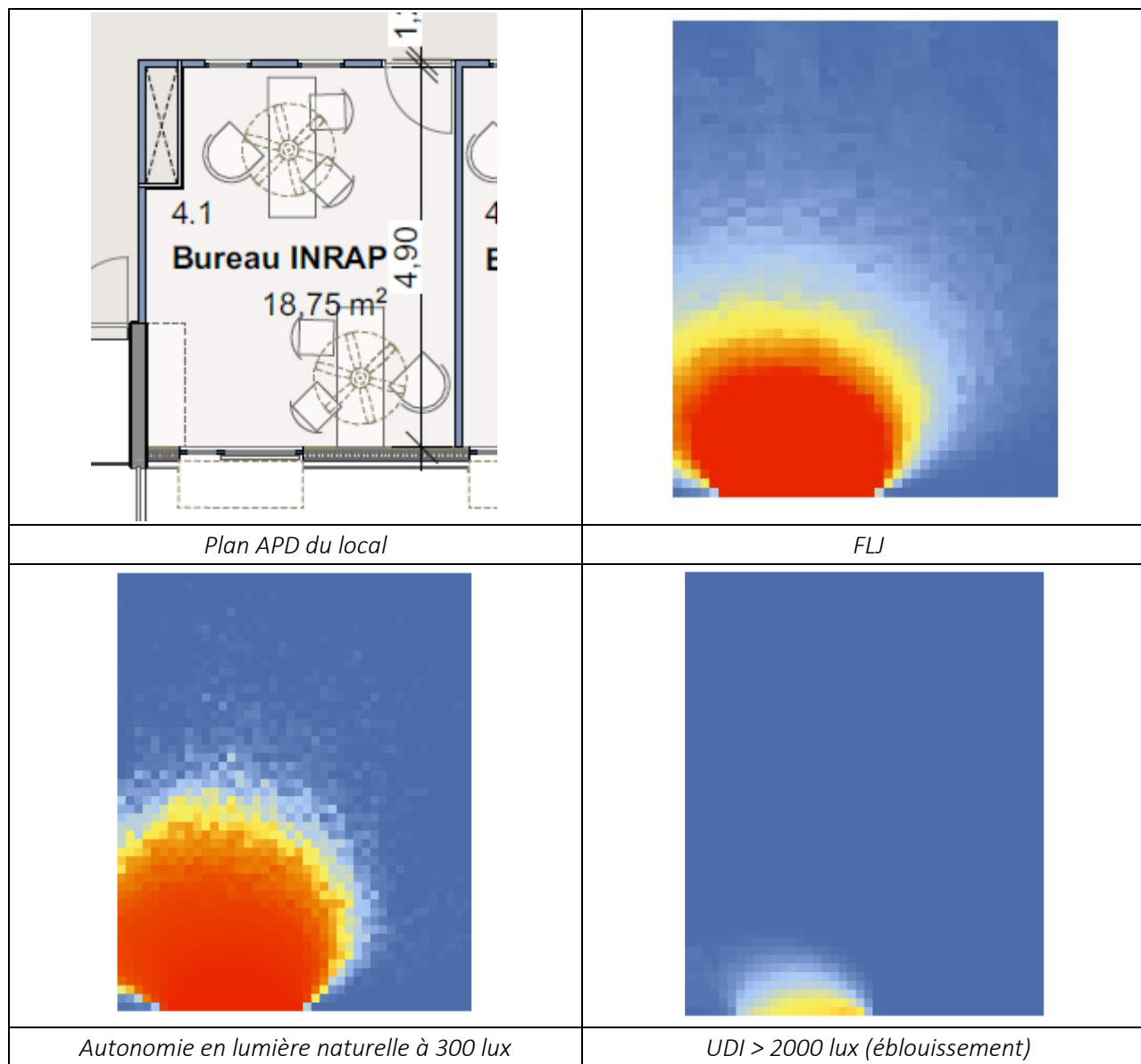
FLJ



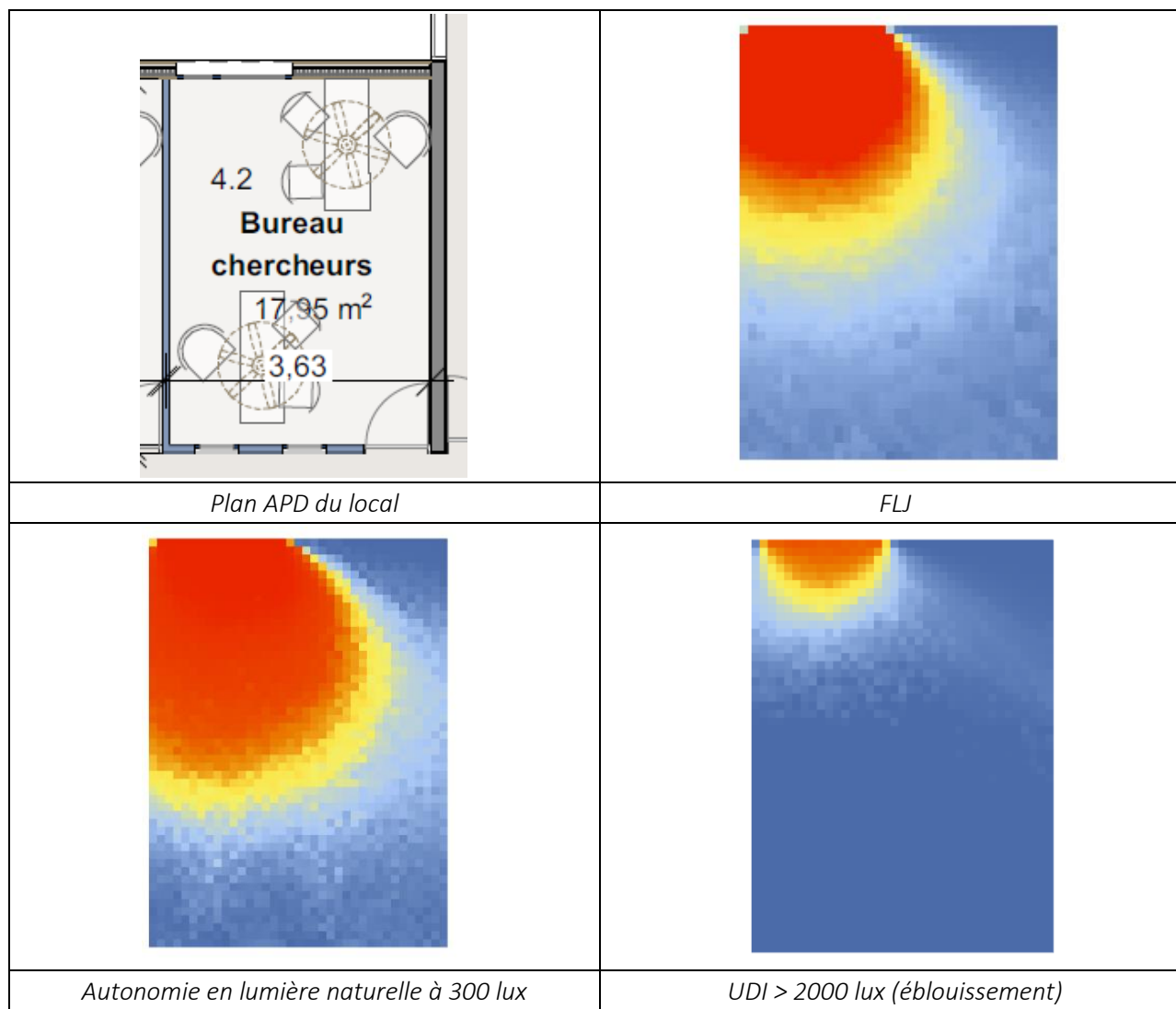
Autonomie en lumière naturelle à 300 lux

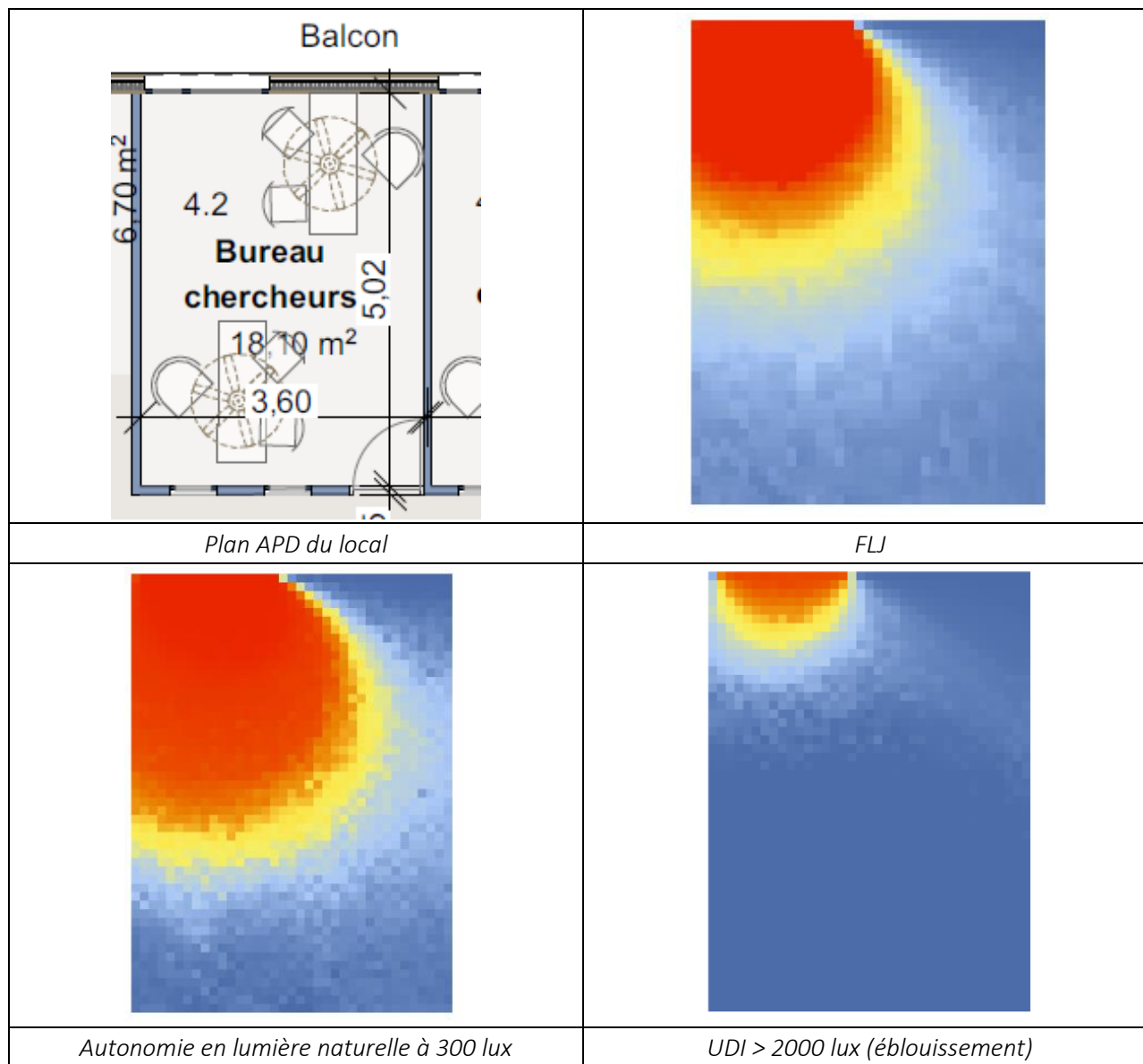


UDI > 2000 lux (éblouissement)

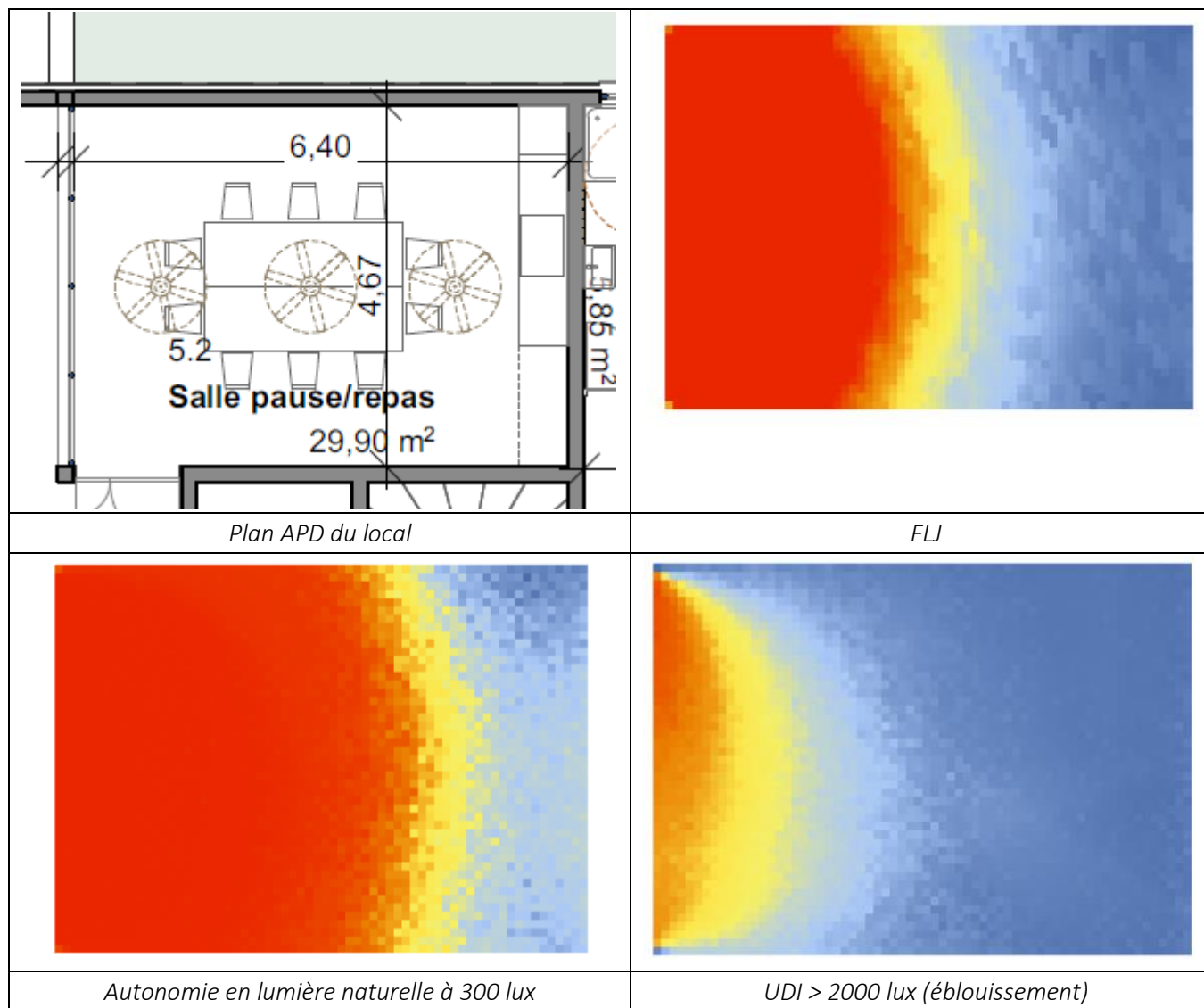


1.1.6. Bureau chercheurs

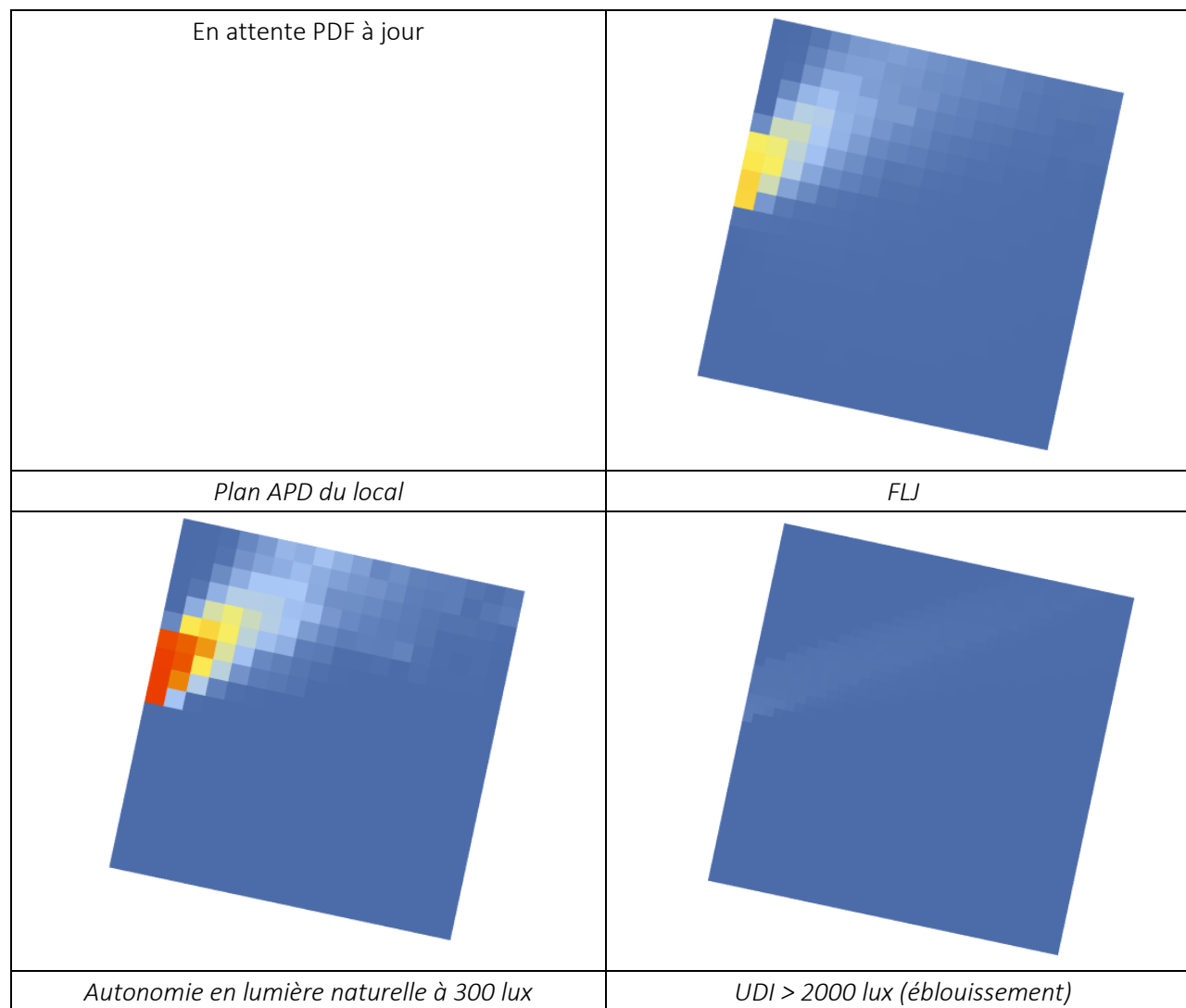




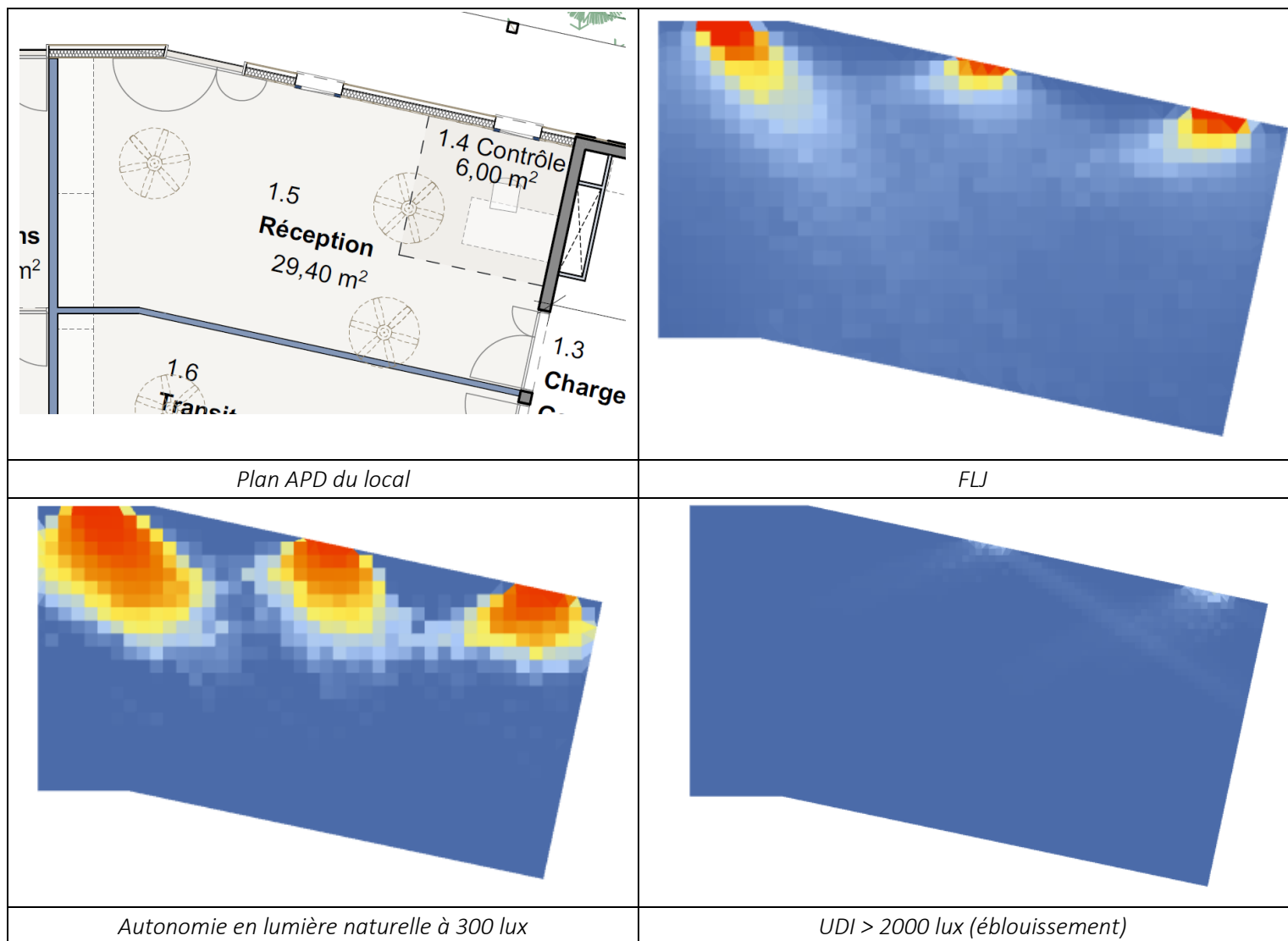
1.1.7. Salle de pause / repas



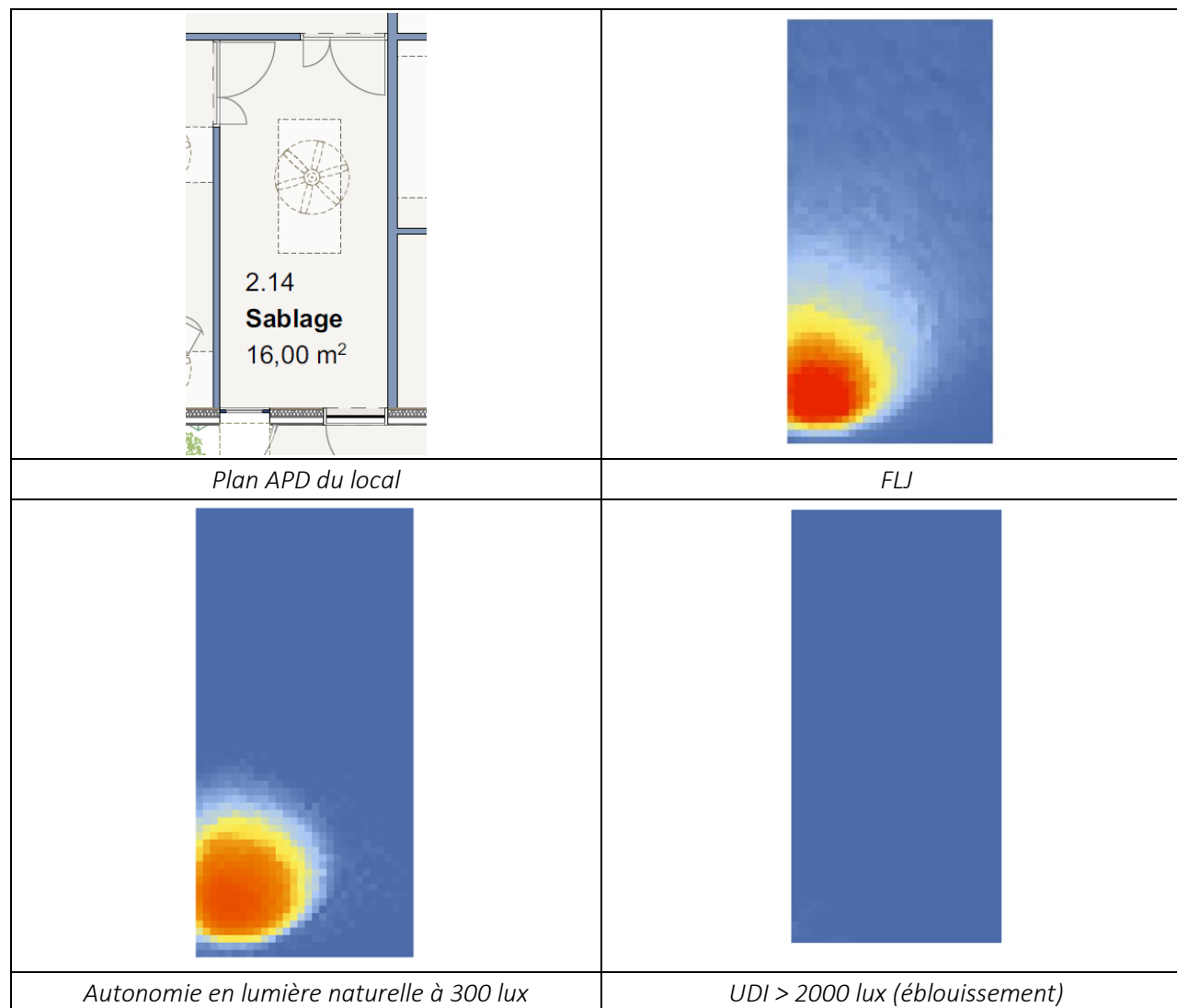
1.1.8. Atelier maintenance



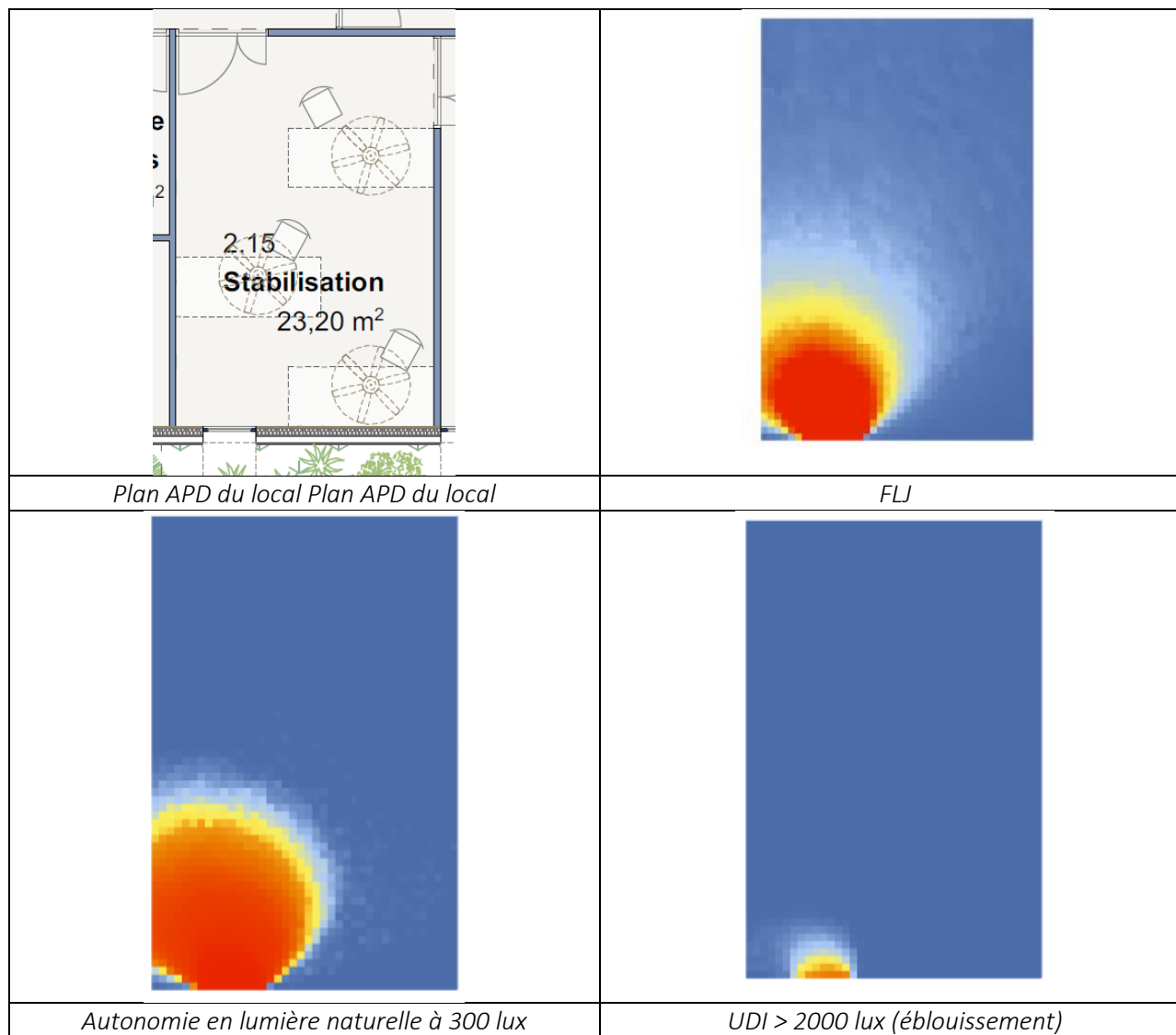
1.1.9. Réception



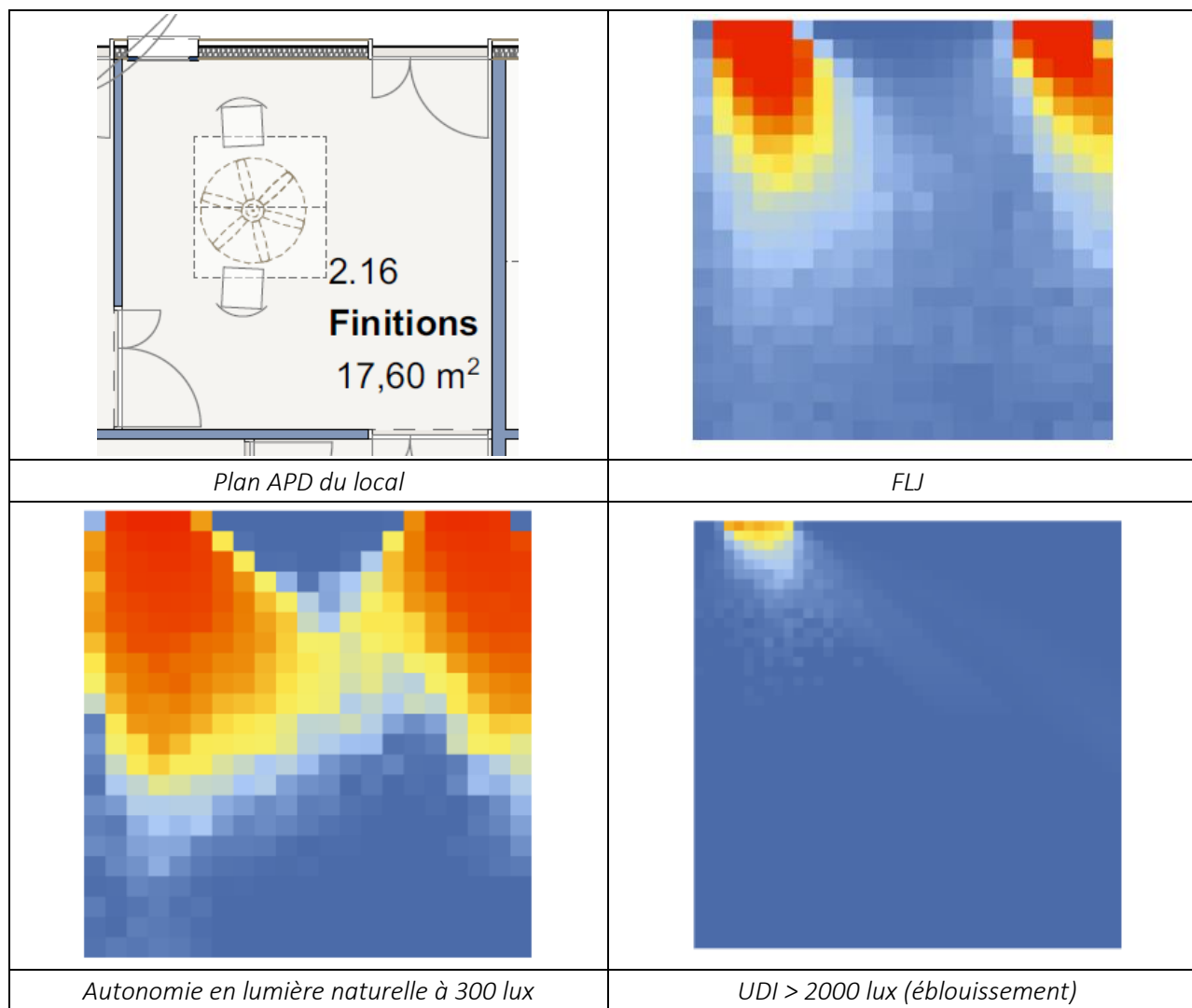
1.1.10.Sablage



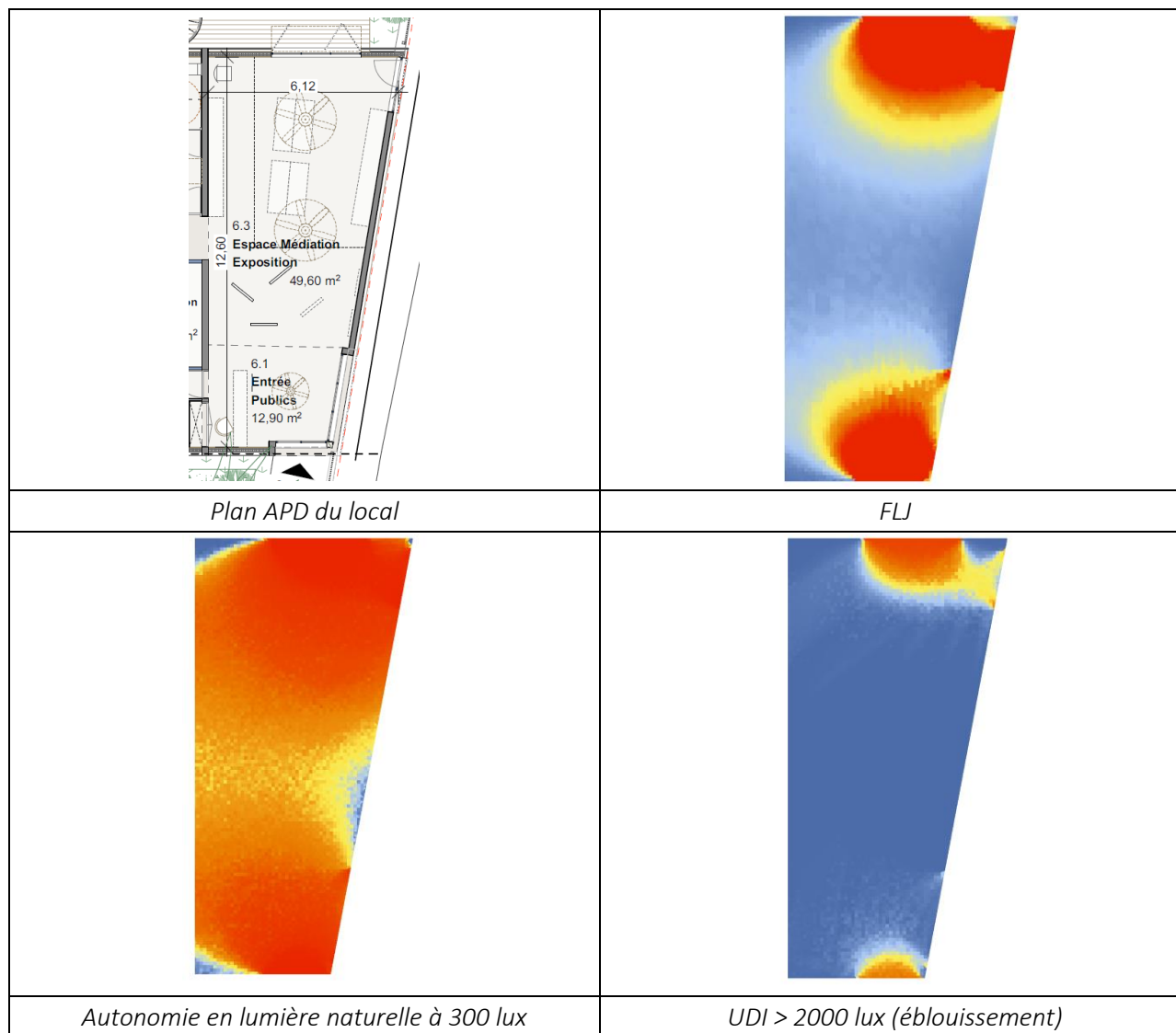
1.1.11.Stabilisation



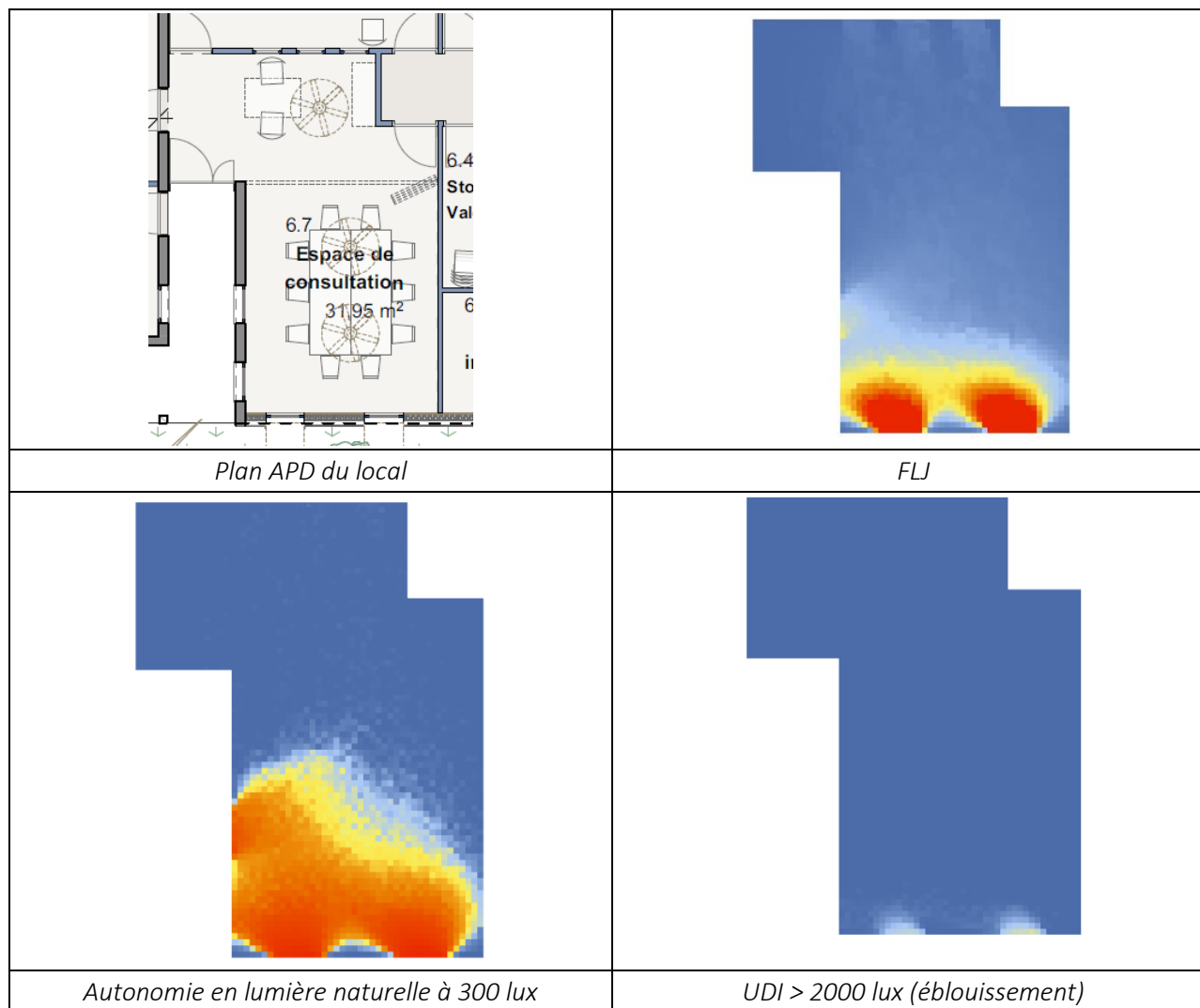
1.2. Finitions



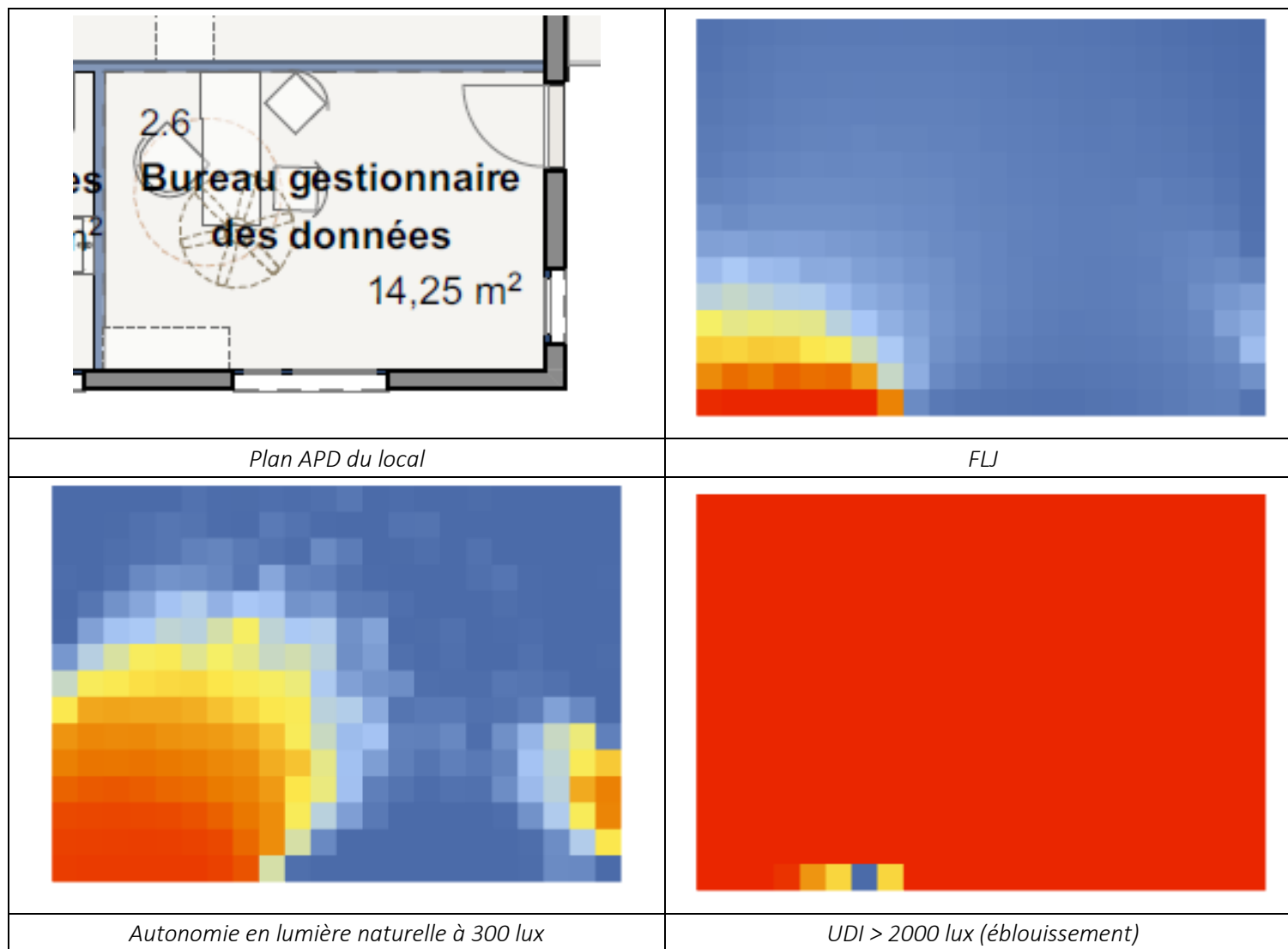
1.2.1. Espace médiation Exposition



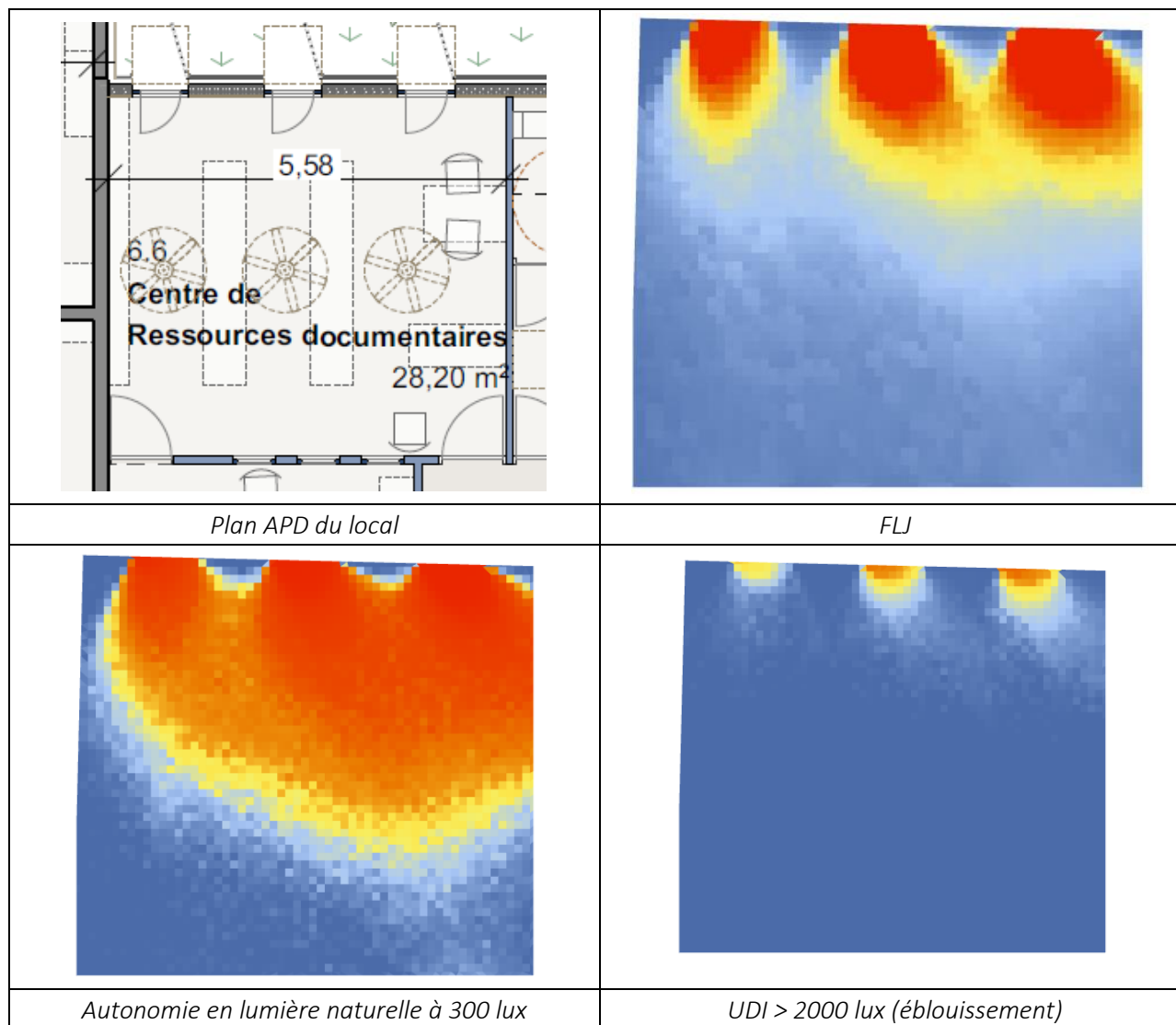
1.2.2. Espace de consultation



1.2.3. Bureau gestionnaire des données



1.2.4. Centre de ressource documentaire



Annexe 2 : Fiches Template

Template	Ventilation naturelle/ T°C Nc / Hr% Nc / 0 p.					
Infiltration:	0,0002 m3/s.m² façade					
Conditions intérieures						
T° Consigne	Non contrôlée					
%HR	Non contrôlée					
T° Hors occupation	Non contrôlée					
%HR hors occupation	Non contrôlée					
Occupation:						
Densité	0 personne					
Charge sensible	N/C					
Charge latente	N/C					
Gains internes						
<u>Éclairage</u>	5 W/m²					
<i>Scénario d'utilisation</i>						
0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	90%	90%	90%	90%	90%	0%
<u>Équipements</u>		300 W				
Ventilation:						
Air neuf		Ventilation naturelle				
<i>Scénario de ventilation</i>						
0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
OFF	ON	ON	ON	ON	ON	OFF
Consommation spécifique des ventilateurs		N/C				
Traitement de l'air						
Système		N/C				

Template
Contrôle et Réception

Infiltration 0,0002 m3/s.m² façade

Conditions intérieures

T° Consigne ÉTÉ : 28°C / HIVER : Non contrôlé
 %HR Non contrôlée
 T° Hors occupation Non contrôlée
 %HR hors occupation Non contrôlée

Planning température

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
ÉTÉ	Nc	28°C	28°C	28°C	28°C	28°C	Nc
HIVER	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc

Occupation:

Densité 1 personnes
 Charge sensible 50 W
 Charge latente 80 W
Scénario d'occupation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	100%	100%	0%	100%	100%	0%

Gains internes

Éclairage 5 W/m²
Scénario d'utilisation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	100%	100%	100%	100%	100%	0%

Équipements 500 W 2 ordi + borne wifi

Ventilation:

Air neuf ÉTÉ : VMC / HIVER : VNAT
Scénario de ventilation

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
ÉTÉ	OFF	18 m3/h.pers	18 m3/h.pers	18 m3/h.pers	18 m3/h.pers	18 m3/h.pers	OFF
HIVER	OFF	VNAT	VNAT	VNAT	VNAT	VNAT	OFF

Consommation spécifique des ventilateurs 641 W/(m³.s)

Traitement de l'air

Système Climatisation DRV

Template
Stockage de transit

Infiltration 0,0002 m³/s.m² façade

Conditions intérieures

T° Consigne Non contrôlé
 %HR 40% à 60%
 T° Hors occupation Non contrôlée
 %HR hors occupation 40% à 60%

Planning humidité

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%

Occupation:

Densité 0 personnes
 Charge sensible N/C
 Charge latente N/C

Gains internes

Éclairage 5 W/m²

Scénario d'utilisation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	90%	90%	90%	90%	90%	0%

Équipements 0 W/m²

Ventilation:

Air neuf Ventilation mécanique insufflation

Scénario de ventilation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h

Consommation spécifique 641 W/(m³.s)
 des ventileurs

Traitement de l'air

Système Deshumidificateur

Template
Quarantaine

Infiltration 0,0002 m³/s.m² façade

Conditions intérieures

T° Consigne Non contrôlé
 %HR 40% à 60%
 T° Hors occupation Non contrôlée
 %HR hors occupation 40% à 60%

Planning humidité

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%

Occupation:

Densité 0 personnes
 Charge sensible N/C
 Charge latente N/C

Gains internes

Éclairage 5 W/m²
Scénario d'utilisation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	90%	90%	90%	90%	90%	0%

Équipements 0 W/m²

Ventilation:

Air neuf Ventilation mécanique insufflation

Scénario de ventilation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
20 m ³ /h	20 m ³ /h	20 m ³ /h	20 m ³ /h	20 m ³ /h	20 m ³ /h	20 m ³ /h

Consommation spécifique 641 W/(m³.s)
 des ventileurs

Traitement de l'air

Système Deshumidificateur

Template	Lavage
-----------------	--------

Infiltration 0,0002 m3/s.m² façade

Conditions intérieures

T° Consigne ÉTÉ : 28°C / HIVER : Non contrôlé
 %HR Non contrôlée
 T° Hors occupation Non contrôlée
 %HR hors occupation Non contrôlée

Planning température

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
ÉTÉ	Nc	28°C	28°C	28°C	28°C	28°C	Nc
HIVER	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc

Occupation:

Densité 4 personnes
 Charge sensible 50 W
 Charge latente 80 W
Scénario d'occupation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	100%	100%	0%	100%	100%	0%

Gains internes

Éclairage 5 W/m²
Scénario d'utilisation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	100%	100%	100%	100%	100%	0%

Équipements 0 W/m² 4 ordi + borne wifi

Ventilation:

Air neuf ÉTÉ : VMC / HIVER : VNAT
Scénario de ventilation

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
ÉTÉ	0 m3/h	25 m3/h.pers	25 m3/h.pers	25 m3/h.pers	25 m3/h.pers	25 m3/h.pers	0 m3/h
HIVER	OFF	VNAT	VNAT	VNAT	VNAT	VNAT	OFF

Consommation spécifique 641 W/(m³.s)
 des ventilateurs

Traitement de l'air

Système Climatisation DRV

Template
Séchage

Infiltration 0,0002 m³/s.m² façade

Conditions intérieures

T° Consigne ÉTÉ : 28°C / HIVER : Non contrôlé
 %HR 40% à 60%
 T° Hors occupation Non contrôlée
 %HR hors occupation 40% à 60%

Planning température

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
ÉTÉ	Nc	28°C	28°C	28°C	28°C	28°C	Nc
HIVER	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc

Planning humidité

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%

Occupation:

Densité 0 personnes
 Charge sensible N/C
 Charge latente N/C
Scénario d'occupation

Gains internes

Éclairage 5 W/m²
Scénario d'utilisation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	100%	100%	0%	100%	100%	0%

Équipements 0 W/m² 1 ordi

Ventilation:

Air neuf Ventilation mécanique insufflation

Scénario de ventilation

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
ÉTÉ	15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h
HIVER	15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h

Consommation spécifique 641 W/(m³.s)
 des ventileurs

Traitement de l'air

Système Climatisation DRV + Deshumidificateurs

Template
Etude et Conditionnement

Infiltration 0,0002 m³/s.m² façade

Conditions intérieures

T° Consigne ÉTÉ : 28°C / HIVER : Non contrôlé
 %HR 40% à 60%
 T° Hors occupation Non contrôlée
 %HR hors occupation 40% à 60%

Planning température

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
ÉTÉ	Nc	28°C	28°C	28°C	28°C	28°C	Nc
HIVER	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc

Planning humidité

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%

Occupation:

Densité 2 personnes
 Charge sensible 50 W
 Charge latente 80 W
Scénario d'occupation

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
	0%	100%	100%	0%	100%	100%	0%

Gains internes

Éclairage 5 W/m²
Scénario d'utilisation

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
	0%	100%	100%	0%	100%	100%	0%

Équipements 0 W/m² 2 ordi

Ventilation:

Air neuf Ventilation mécanique insufflation

Scénario de ventilation

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
ÉTÉ	OFF	25 m ³ /h.pers	25 m ³ /h.pers	25 m ³ /h.pers	25 m ³ /h.pers	25 m ³ /h.pers	OFF
HIVER	OFF	25 m ³ /h.pers	25 m ³ /h.pers	25 m ³ /h.pers	25 m ³ /h.pers	25 m ³ /h.pers	OFF

Consommation spécifique des ventilateurs 641 W/(m³.s)

Traitement de l'air

Système Climatisation DRV + Deshumidificateurs

Template
Gestionnaire DSA

Infiltration 0,0002 m³/s.m² façade

Conditions intérieures

T° Consigne ÉTÉ : 28°C / HIVER : Non contrôlé
 %HR Non contrôlée
 T° Hors occupation Non contrôlée
 %HR hors occupation Non contrôlée

Planning température

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
ÉTÉ	Nc	28°C	28°C	28°C	28°C	28°C	Nc
HIVER	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc

Occupation:

Densité 1 personnes
 Charge sensible 50 W
 Charge latente 80 W
Scénario d'occupation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	100%	100%	0%	100%	100%	0%

Gains internes

Éclairage 5 W/m²
Scénario d'utilisation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	100%	100%	100%	100%	100%	0%

Équipements 300 W 1 ordi

Ventilation:

Air neuf ÉTÉ : VMC / HIVER : VNAT
Scénario de ventilation

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
ÉTÉ	OFF	25 m ³ /h.pers	25 m ³ /h.pers	25 m ³ /h.pers	25 m ³ /h.pers	25 m ³ /h.pers	OFF
HIVER	OFF	VNAT	VNAT	VNAT	VNAT	VNAT	OFF

Consommation spécifique 641 W/(m³.s)
 des ventilateurs

Traitement de l'air

Système Climatisation DRV

Template
Studio photo
Infiltration 0,0002 m3/s.m² façade

Conditions intérieures

T° Consigne ÉTÉ : 28°C / HIVER : Non contrôlé
 %HR 40% à 60%
 T° Hors occupation Non contrôlée
 %HR hors occupation 40% à 60%

Planning température

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
ÉTÉ	Nc	28°C	28°C	28°C	28°C	28°C	Nc
HIVER	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc

Planning humidité

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%

Occupation:

Densité 2 personnes
 Charge sensible 50 W
 Charge latente 80 W
Scénario d'occupation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	100%	100%	0%	100%	100%	0%

Gains internes

Éclairage 5 W/m²
Scénario d'utilisation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	100%	100%	0%	100%	100%	0%

Équipements 0 W/m² 2 ordi

Ventilation:

Air neuf Ventilation mécanique insufflation

Scénario de ventilation

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
ÉTÉ	0 m3/h	18 m3/h.pers	18 m3/h.pers	18 m3/h.pers	18 m3/h.pers	18 m3/h.pers	0 m3/h
HIVER	0 m3/h	18 m3/h.pers	18 m3/h.pers	18 m3/h.pers	18 m3/h.pers	18 m3/h.pers	0 m3/h

Consommation spécifique 641 W/(m³.s)
 des ventileurs

Traitement de l'air

Système Climatisation DRV + Deshumidificateurs

Template
Matériau technique

Infiltration 0,0002 m³/s.m² façade

Conditions intérieures

T° Consigne Non contrôlé
 %HR 40% à 60%
 T° Hors occupation Non contrôlée
 %HR hors occupation 40% à 60%

Planning humidité

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%

Occupation:

Densité 0 personnes
 Charge sensible N/C
 Charge latente N/C

Gains internes

Éclairage 5 W/m²
Scénario d'utilisation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	90%	90%	90%	90%	90%	0%

Équipements 0 W/m² 1 ordi

Ventilation:

Air neuf Ventilation mécanique insufflation

Scénario de ventilation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h

Consommation spécifique 641 W/(m³.s)
 des ventileurs

Traitement de l'air

Système Deshumidificateur

Template

Réserve matériaux peu sensibles

Infiltration 0,0002 m³/s.m² façade

Conditions intérieures

T° Consigne Non contrôlé
 %HR 40% à 60%
 T° Hors occupation Non contrôlée
 %HR hors occupation 40% à 60%

Planning humidité

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%

Occupation:

Densité 0 personnes
 Charge sensible N/C
 Charge latente N/C

Gains internes

Éclairage 2 W/m²
 Scénario d'utilisation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	90%	90%	90%	90%	90%	0%

Équipements 0 W/m² 1 ordi

Ventilation:

Air neuf Ventilation mécanique insufflation

Scénario de ventilation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
45 m ³ /h	45 m ³ /h	45 m ³ /h	45 m ³ /h	45 m ³ /h	45 m ³ /h	45 m ³ /h

Consommation spécifique 641 W/(m³.s)
 des ventileurs

Traitement de l'air

Système Deshumidificateur

Template
Stockage matériel

Infiltration 0,0002 m³/s.m² façade

Conditions intérieures

T° Consigne Non contrôlé
 %HR Non contrôlé
 T° Hors occupation Non contrôlée
 %HR hors occupation Non contrôlé

Occupation:

Densité 0 personnes
 Charge sensible N/C
 Charge latente N/C

Gains internes

Éclairage 0 W/m²

Équipements 0 W/m²

Ventilation:

Air neuf VMC

Scénario de ventilation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
1 VOL/H	1 VOL/H	1 VOL/H	1 VOL/H	1 VOL/H	1 VOL/H	1 VOL/H

Consommation spécifique 641 W/(m³.s)
 des ventileurs

Traitement de l'air

Système N/C

Template
Stockage produits

Infiltration 0,0002 m³/s.m² façade

Conditions intérieures

T° Consigne 28°C
 %HR Non contrôlée
 T° Hors occupation 28°C
 %HR hors occupation Non contrôlée

Planning température

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
27°C	27°C	27°C	27°C	27°C	27°C	27°C

Occupation:

Densité 0 personnes
 Charge sensible N/C
 Charge latente N/C

Gains internes

Éclairage 2 W/m²

Scénario d'utilisation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	90%	90%	90%	90%	90%	0%

Équipements 0 W/m²

Ventilation:

Air neuf VMC

Scénario de ventilation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
20 m ³ /h	20 m ³ /h	20 m ³ /h	20 m ³ /h	20 m ³ /h	20 m ³ /h	20 m ³ /h

Consommation spécifique 641 W/(m³.s)
 des ventilateurs

Traitement de l'air

Système Climatisation DRV

Template

Réserve métal

Infiltration 0,0002 m³/s.m² façade

Conditions intérieures

T° Consigne Non contrôlée
 %HR 40%
 T° Hors occupation Non contrôlée
 %HR hors occupation 40%

Planning humidité

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%

Occupation:

Densité 0 personnes
 Charge sensible N/C
 Charge latente N/C

Gains internes

Éclairage 2 W/m²
 Scénario d'utilisation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	90%	90%	90%	90%	90%	0%

Équipements 0 W/m² 1 ordi

Ventilation:

Air neuf VMC

Scénario de ventilation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h	15 m ³ /h

Consommation spécifique 641 W/(m³.s)
 des ventilateurs

Traitement de l'air

Système Deshumidificateur

Template

Réserve grands formats

Infiltration 0,0002 m³/s.m² façade

Conditions intérieures

T° Consigne Non contrôlée
 %HR 40% à 60%
 T° Hors occupation Non contrôlée
 %HR hors occupation 40% à 60%

Planning humidité

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%

Occupation:

Densité 0 personnes
 Charge sensible N/C
 Charge latente N/C

Gains internes

Éclairage 2 W/m²
Scénario d'utilisation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	90%	90%	90%	90%	90%	0%

Équipements 0 W/m² 1 ordi

Ventilation:

Air neuf VMC

Scénario de ventilation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
20 m ³ /h	20 m ³ /h	20 m ³ /h	20 m ³ /h	20 m ³ /h	20 m ³ /h	20 m ³ /h

Consommation spécifique 641 W/(m³.s)
 des ventileurs

Traitement de l'air

Système Deshumidificateur

Template

Bureau INRAP
Bureau chercheurs

Infiltration 0,0002 m³/s.m² façade

Conditions intérieures

T° Consigne ÉTÉ : 28°C / HIVER : Non contrôlé
%HR Non contrôlée
T° Hors occupation Non contrôlée
%HR hors occupation Non contrôlée

Planning température

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
ÉTÉ	Nc	28°C	28°C	28°C	28°C	28°C	Nc
HIVER	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc

Occupation:

Densité 2 personnes
Charge sensible 50 W
Charge latente 80 W

Scénario d'occupation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	100%	100%	0%	100%	100%	0%

Gains internes
Éclairage 5 W/m²
Scénario d'utilisation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	100%	100%	0%	100%	100%	0%

Équipements

0 W/m²

2 ordi + 1 impr

Ventilation:

Air neuf ÉTÉ : VMC / HIVER : VNAT

Scénario de ventilation

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
ÉTÉ	0 m ³ /h	25 m ³ /h.pers	25 m ³ /h.pers	0 m ³ /h	25 m ³ /h.pers	25 m ³ /h.pers	0 m ³ /h
HIVER	OFF	VNAT	VNAT	VNAT	VNAT	VNAT	OFF

Consommation spécifique
des ventileurs 641 W/(m³.s)

Traitement de l'air

Système Climatisation DRV

Template	Espace de pause
-----------------	------------------------

Infiltration 0,0002 m³/s.m² façade

Conditions intérieures

T° Consigne	ÉTÉ : 28°C / HIVER : Non contrôlé
%HR	Non contrôlée
T° Hors occupation	Non contrôlée
%HR hors occupation	Non contrôlée

Planning température

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
ÉTÉ	Nc	28°C	28°C	28°C	28°C	28°C	Nc
HIVER	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc

Occupation:

Densité	10 personnes
Charge sensible	50 W
Charge latente	80 W

Scénario d'occupation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	20%	20%	100%	20%	20%	0%

Gains internes

Éclairage 5 W/m²
Scénario d'utilisation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	20%	20%	100%	20%	20%	0%

Équipements 0 W/m²

Ventilation:

Air neuf ÉTÉ : VMC / HIVER : VNAT

Scénario de ventilation

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
ÉTÉ	0 m ³ /h	25 m ³ /h.pers	25 m ³ /h.pers	25 m ³ /h.pers	25 m ³ /h.pers	25 m ³ /h.pers	0 m ³ /h
HIVER	OFF	VNAT	VNAT	VNAT	VNAT	VNAT	OFF

Consommation spécifique
des ventilateurs 641 W/(m³.s)

Traitement de l'air

Système Climatisation DRV

Template

Local Informatique

Infiltration 0,0002 m³/s.m² façade

Conditions intérieures

T° Consigne ANNEE : 25°C
 %HR Non contrôlée
 T° Hors occupation Non contrôlée
 %HR hors occupation Non contrôlée

Planning température

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
25°C	25°C	25°C	25°C	25°C	25°C	25°C

Occupation:

Densité 0 personnes
 Charge sensible N/C
 Charge latente N/C

Gains internes

Éclairage 5 W/m²
Scénario d'utilisation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	20%	20%	100%	20%	20%	0%

Équipements 0 W/m²

Ventilation:

Air neuf N/C

 Consommation spécifique
 des ventilateurs N/C

Traitement de l'air

Système Climatisation DRV

Template

Espace Médiation Culturelle

Infiltration 0,0002 m³/s.m² façade

Conditions intérieures

T° Consigne ÉTÉ : 28°C / HIVER : Non contrôlé
 %HR Non contrôlée
 T° Hors occupation Non contrôlée
 %HR hors occupation Non contrôlée

Planning température

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
ÉTÉ	Nc	28°C	28°C	28°C	28°C	28°C	Nc
HIVER	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc

Occupation:

Densité 15 personnes
 Charge sensible 50 W
 Charge latente 80 W
Scénario d'occupation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	100%	100%	0%	100%	100%	0%

Gains internes

Éclairage 7 W/m²
Scénario d'utilisation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	100%	100%	0%	100%	100%	0%

Équipements 0 W/m² 2 ordi

Ventilation:

Air neuf ÉTÉ : VMC / HIVER : VNAT
Scénario de ventilation

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
ÉTÉ	OFF	18 m ³ /h.pers	18 m ³ /h.pers	18 m ³ /h.pers	18 m ³ /h.pers	18 m ³ /h.pers	OFF
HIVER	OFF	VNAT	VNAT	VNAT	VNAT	VNAT	OFF

Consommation spécifique
 des ventilateurs 641 W/(m³.s)

Traitement de l'air

Système Climatisation DRV

Template

Centre de ressource documentaire

Infiltration 0,0002 m³/s.m² façade

Conditions intérieures

T° Consigne ÉTÉ : 28°C / HIVER : Non contrôlé
 %HR Non contrôlée
 T° Hors occupation Non contrôlée
 %HR hors occupation Non contrôlée

Planning température

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
ÉTÉ	Nc	28°C	28°C	28°C	28°C	28°C	Nc
HIVER	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc

Occupation:

Densité 3 personnes
 Charge sensible 50 W
 Charge latente 80 W
Scénario d'occupation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	100%	100%	0%	100%	100%	0%

Gains internes

Éclairage 7 W/m²
Scénario d'utilisation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	100%	100%	0%	100%	100%	0%

Équipements 0 W/m² 1 Ordi

Ventilation:

Air neuf ÉTÉ : VMC / HIVER : VNAT
Scénario de ventilation

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
ÉTÉ	OFF	18 m ³ /h.pers	18 m ³ /h.pers	18 m ³ /h.pers	18 m ³ /h.pers	18 m ³ /h.pers	OFF
HIVER	OFF	VNAT	VNAT	VNAT	VNAT	VNAT	OFF

Consommation spécifique des ventileurs 641 W/(m³.s)

Traitement de l'air

Système Climatisation DRV

Template

Espace de consultation

Infiltration 0,0002 m³/s.m² façade

Conditions intérieures

T° Consigne ÉTÉ : 28°C / HIVER : Non contrôlé
 %HR Non contrôlée
 T° Hors occupation Non contrôlée
 %HR hors occupation Non contrôlée

Planning température

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
ÉTÉ	Nc	28°C	28°C	28°C	28°C	28°C	Nc
HIVER	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc	Nc

Occupation:

Densité 13 personnes
 Charge sensible 50 W
 Charge latente 80 W
Scénario d'occupation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	100%	100%	0%	100%	100%	0%

Gains internes

Éclairage 5 W/m²
Scénario d'utilisation

0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
0%	100%	100%	0%	100%	100%	0%

Équipements 0 W/m²

Ventilation:

Air neuf ÉTÉ : VMC / HIVER : VNAT
Scénario de ventilation

	0h - 8h	8h - 10h	10h - 12h	12h - 13h	13h - 15h	15h - 18h	18h - 24h
ÉTÉ	OFF	18 m ³ /h.pers	18 m ³ /h.pers	18 m ³ /h.pers	18 m ³ /h.pers	18 m ³ /h.pers	OFF
HIVER	OFF	VNAT	VNAT	VNAT	VNAT	VNAT	OFF

Consommation spécifique
 des ventileurs 641 W/(m³.s)

Traitement de l'air

Système Climatisation DRV