

MAITRISE D'OUVRAGE :

# Université de Poitiers

Direction de la Logistique et du Patrimoine Immobilier

1 allée Jean Monnet - Bât. C1 - TSA 11111 - 86073 Poitiers cedex 9



## PÔLE DE RECHERCHE EN CHIMIE DES MILIEUX ET DES MATERIAUX

### Bâtiments B29 – B30

CAMPUS DE POITIERS  
RUE JACQUES FORT  
RUE MICHEL BRUNET



EMETTEUR :	OTEIS	LOT :	-
DOSSIER N° :	106 438	PHASE :	DCE
ECHELLE :		NUM° :	PEG_04b
TAILLE IMPRESSION :	A4		
DATE :	01/09/2025		

## NOTICE THERMIQUE – STD – SED - ECLAIRAGE NATUREL

### GROUPEMENT MOE :

#### ARCHITECTE MANDATAIRE :

##### R & R Architectes - Groupe A26

La Cité Numérique, Porte 2C  
406 Bd Jean Jacques Bosc - 33130 BEGLES  
- 05 56 79 18 28 -

Référent études : Sacha Wiedmaier - 07 78 64 07 29 - [swiedmaier@a26.eu](mailto:swiedmaier@a26.eu)

Direction d'agence : Antoine Roux - 06 72 64 85 57 - [aroux-rr@a26.eu](mailto:aroux-rr@a26.eu)



#### ARCHITECTE :

##### Créa'ture architectes

11 rue du Palais - 86 000 POITIERS  
- 05 49 88 60 77 -

Référents projet : Pierre Pinheiro - 06 64 76 76 22 - [poitiers@creature.archi](mailto:poitiers@creature.archi)  
Olivier Tourame - 06 29 56 06 14 - [olivier@creature.archi](mailto:olivier@creature.archi)



#### BET Ingénieurs TCE :

##### OTEIS

Chez Rhinos Cowork, 13 Avenue Paul Langevin- 17180 PERIGNY  
- 05 34 61 31 21

Référent projet : Florian OLETTE - 06 64 38 36 10  
[florian.olette@oteis.fr](mailto:florian.olette@oteis.fr)



#### PAYSAGISTE :

##### Haristoy Landscape – EIRL Sabine Haristoy

17 place des Martyrs de la Résistance - 33000 BORDEAUX  
- 05 56 52 24 51

Référente projet : Sabine HARISTOY - 06 86 26 64 84  
[contact@sabineharistoy.com](mailto:contact@sabineharistoy.com)



#### BET ACOUSTIQUE :

##### idB Acoustique

75 avenue Léon Blum - 33600 PESSAC  
- 05 56 07 55 55 -

Référent projet : Pierre Romagnan - 06 62 62 73 13  
[idb@idb-acoustique.com](mailto:idb@idb-acoustique.com)



#### OPC :

##### Techniques et chantiers

122 rue du Château d'Orgemont - 49000 ANGERS  
- 02 41 66 14 25 -

Référent projet : Ronan REGUEILLET - 06 71 74 13 95  
[r.regueillet@techniquesetchantiers.fr](mailto:r.regueillet@techniquesetchantiers.fr)



### MAITRISE D'OUVRAGE

Université de POITIERS - Pôle vie de campus et patrimoine -  
Direction de la Logistique et Patrimoine Immobilier

1 allée Jean Monnet Bâtiment C1 – TSA 11111 - 86073 POITIERS cedex 9 - 05 49 36 22 33  
Responsable service MOA : Matthieu CAILLAUD [matthieu.caillaud@univ-poitiers.fr](mailto:matthieu.caillaud@univ-poitiers.fr) - 06 32 84 45 22

Conductrice d'opérations : Véronique BAUX  
[veronique.baux@univ-poitiers.fr](mailto:veronique.baux@univ-poitiers.fr) - 07 77 80 70 55

### ASSISTANTS A MAITRISE D'OUVRAGE

#### PROGRAMMATION / AMO :

##### SAMOP Poitou-Charentes

52 Grand'Rue - 86 370 VIVONNE / ARJUNA  
29 rue F. de Pressensé 44 000 NANTES

Programmist : Jeremi Lafond - 07 86 64 92 71 - [jeremi.lafond@arjuna-conseil.fr](mailto:jeremi.lafond@arjuna-conseil.fr)  
Conducteur d'opération : Loic Duret - 06 27 89 35 82 - [loic.duret@samop.fr](mailto:loic.duret@samop.fr)



#### BUREAUX DE CONTRÔLE :

##### SOCOTEC

3 Rue Jean Baptiste Boussingault - 86000 POITIERS  
Olivier Banville - 05 49 47 55 66 - 06 29 26 21 12  
[olivier.banville@socotec.com](mailto:olivier.banville@socotec.com)



#### SPS :

##### Bureau Alpes Contrôles SAS

1 Rue de la Goélette - 86280 Saint Benoit  
Véronique Barc - 05 49 70 36 88 / 07 85 54 42 78  
[vbarc@alpes-contrôles.fr](mailto:vbarc@alpes-contrôles.fr)



### INDICES DE MODIFICATIONS

INDICE	DATE	OBJET	AUTEUR
A	01/09/2025		

### OBSERVATIONS - REMARQUES

--

DCE

PHASE

OTEIS

EMETTEUR

-

LOT

TB

BATIMENT

TN

NIVEAU

TZ

ZONE

DOC

TYPE

04b

NUMERO

-

INDICE



# Table des matières

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
1.1 Objet .....	5
1.2 Présentation .....	5
1.3 Situation .....	6
1.4 Objectifs programmatiques.....	6
<b>2. PRESENTATION DE L'APPROCHE DE LA STD .....</b>	<b>7</b>
2.1 Objectifs de la simulation thermique dynamique et indicateurs .....	7
2.2 La simulation thermique dynamique des bâtiments .....	7
2.3 Approche numérique des modèles énergétiques .....	8
2.4 Note importante sur la validité de la STD .....	8
<b>3. HYPOTHESES GENERALES .....</b>	<b>9</b>
3.1 Logiciel de simulation .....	9
3.2 Hypothèses de conception .....	10
3.2.1 Conditions climatiques extérieures .....	10
3.3 Présentation de l'enveloppe étudiée.....	11
3.3.1 Parois verticales .....	11
3.3.2 Planchers bas .....	13
3.3.3 Planchers hauts.....	14
3.3.4 Performances des parois vitrées.....	16
3.3.5 Ventilation.....	19
3.3.6 Ventilation nocturne.....	19
3.3.7 Eclairage .....	20
<b>4. ETUDE DU BATIMENT .....</b>	<b>21</b>
4.1 Définition des zones thermiques .....	21
4.2 Apports internes liés aux personnes.....	22
4.3 Scénarios d'occupation.....	22
4.3.1 Bureaux individuels.....	22
4.3.2 Bureaux doubles .....	22
4.3.3 Bureaux triples.....	23
4.3.4 Bureaux open space .....	23
4.3.5 Labos .....	23
<b>5. ANALYSE DES RESULTATS .....</b>	<b>24</b>
5.1 Résultats de la Simulation thermique dynamique (STD) .....	24
5.1.1 Résultats de la STD des bureaux (B30-Tertiaire).....	24
5.1.2 Résultats de la STD des labos (B30-Labos) .....	26
5.1.3 Résultats de la STD des labos (B29) .....	26
5.2 Résultats de la simulation énergétique dynamique (SED).....	28
5.2.1 Consommations énergétiques bâtiment B29 .....	28
5.2.2 Consommations énergétiques bâtiment B30-labos .....	28
5.2.3 Consommations énergétiques bâtiment B30-Tertiaire .....	29
<b>6. ECLAIRAGE NATUREL.....</b>	<b>30</b>
6.1 Généralités .....	30

6.2	Objectifs .....	30
6.3	Hypothèses de calculs .....	30
6.4	Zone étudiée .....	31
6.5	Résultats du calcul de FLJ .....	32
6.5.1	Tableau de synthèse FLJ de la zone bureaux .....	32
6.5.2	Tableau de synthèse FLJ de la zone labos .....	33
7.	<b>CONCLUSION ET PRECONISATIONS .....</b>	<b>35</b>

# 1. INTRODUCTION

---

## 1.1 OBJET

La présente note a pour objet de présenter les résultats de la simulation thermique dynamique du futur pôle de chimie à Poitiers.

Cette étude de confort d'été du bâtiment est basée sur des Simulations Thermiques Dynamiques (STD). La réalisation d'une Simulation Thermique Dynamique (STD) permet d'appréhender au plus proche l'évolution du confort interne. La STD constitue un modèle thermique fiable du futur bâtiment, prenant en compte non seulement les performances de son enveloppe extérieure, mais également des conditions météorologiques représentatives de l'évolution climatique et des scénarios d'utilisation réalistes, tout en mettant en valeur les aspects de conception bioclimatique du bâtiment, tels que la gestion des occultations solaires ou l'inertie thermique.

Elle permet à la MOE d'étudier l'influence du bâtiment combinée au comportement des occupants dans le cas des bureaux et labos sur leur confort hygrothermique d'été et de valider un taux acceptable d'heures d'inconfort, durant les plages d'occupation.

## 1.2 PRESENTATION

La présente opération qui a pour objet la construction de l'Institut de Chimie des Milieux et Matériaux de Poitiers (IC2MP) est située sur le Campus de Poitiers (86)

Le projet consiste à construire plusieurs bâtiments en RDC avec locaux techniques associés au R+1 :

- Un bâtiment B29 (BA), isolé des autres, destiné principalement aux locaux tests catalytiques, aux ateliers et au magasin ;
- Un nouveau bâtiment B30 avec une zone B30-Labos (BB) destinée aux locaux de préparation et caractérisation et aux locaux tertiaires communs
- Une zone B30-Tertiaire (BT) à destination d'espaces d'accueil et des locaux tertiaires des équipes de recherche.

Le nouveau bâtiment B30 comprend 3 corps de bâtiments reliés entre eux par des circulations fermées.

Des espaces extérieurs de stockage sont associés aux bâtiments.

Le projet prévoit, dans un premier temps, la construction du B29, dans un second temps, la démolition du B30 existant et en troisième temps la construction du nouveau B30.

### 1.3 SITUATION

L'adresse du projet est la suivante :

Rue Jacques fort  
86000 POITIERS



### 1.4 OBJECTIFS PROGRAMMATIQUES

Pour valider les objectifs de confort, différentes évolutions seront étudiées afin d'atteindre les objectifs programmatiques.

- La première se base sur les fiches locales du programme,
- ensuite le taux d'inconfort, nombre d'heures d'inconfort par rapport au nombre d'heure d'occupation totale.

Ces heures d'inconfort seront étudiées sur la base du fichier météo, Météo Poitiers ; basé sur la moyenne des températures de 2010 à 2019.

## 2. PRESENTATION DE L'APPROCHE DE LA STD

Les outils de simulation et la démarche adoptée sont présentés dans cette partie.

### 2.1 OBJECTIFS DE LA SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE ET INDICATEURS

Les simulations thermiques dynamiques réalisées ont comme objectif d'étudier l'influence du bâtiment, combinée au comportement des occupants, sur leur confort hygrothermique estival.

Les simulations thermiques dynamiques réalisées ont comme objectif d'étudier l'influence du bâtiment, combinée au comportement des occupants, sur leur confort hygrothermique estival.

Le confort hygrothermique estival est évalué suivant les scénarios d'occupation, des apports internes liés aux équipements et à l'éclairage et à la ventilation via :

- **La température opérative** : moyenne de la température d'air et de la température moyenne radiante de la zone thermique. Elle représente la température ressentie par les occupants.

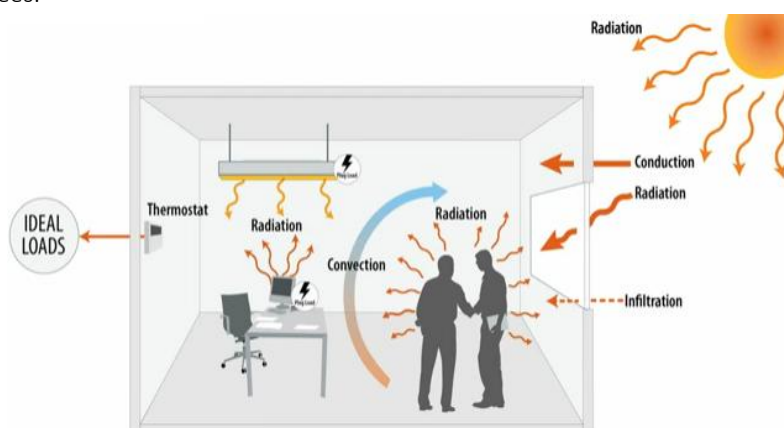
Les outils de simulation font appels à l'utilisation de modèles, qui sont des représentations numériques simplifiées de systèmes ou de phénomènes physiques réels, décrits par un ensemble d'équations et interprétés par les outils informatiques.

La complexité et la finesse des modèles varient en fonction de ce que l'on cherche à observer.

Les modèles permettront de simuler le comportement du système sous différentes sollicitations, et d'établir ainsi des lois de fonctionnement prévisionnelles qui aideront à la conception du bâtiment.

### 2.2 LA SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE DES BATIMENTS

La thermique des bâtiments s'appuie sur des modèles validés, qui réalisent des simulations "déterministes". Celles-ci permettent de prévoir le comportement thermique des bâtiments via des évolutions temporelles de température, d'humidité, de flux de chaleur... et ce, pour des sollicitations météorologiques et des séquences d'occupation données.



*Phénomènes physiques qui seront intégrés au modèle. (Source NREL)*

Les modèles décrivant le comportement thermique dynamique des bâtiments permettent de mieux comprendre et de concevoir l'enveloppe passive du bâti en vue d'obtenir de moindres consommations énergétiques et un plus grand confort.

Concevoir un bâtiment économe, confortable et rationnel, nécessite de réaliser de nombreuses simulations pour balayer le champ des possibles et converger peu à peu vers une solution acceptable.

L'utilisation des outils de simulation garantit de fait des solutions techniques et architecturales sûres et efficaces qui assurent des consommations énergétiques conformes aux exigences du client.

## 2.3 APPROCHE NUMERIQUE DES MODELES ENERGETIQUES

Des zones représentatives, parmi lesquelles les chambres les plus critiques en termes de confort estival (exposition maximale au soleil), sont modélisées géométriquement et thermiquement.

Elles sont ensuite simulées numériquement basé sur l'année météorologique moyenne de Poitiers et une année dites « chaudes » en considérant des scénarios d'occupation et d'usage typique.

## 2.4 NOTE IMPORTANTE SUR LA VALIDITE DE LA STD

Les données d'entrée des modèles délimitent le cadre de validité des résultats obtenus par la simulation thermique dynamique. L'information tirée des résultats obtenus par simulation est limitée au cadre des hypothèses réalisées lors de l'élaboration du modèle.

### 3. HYPOTHESES GENERALES

---

#### 3.1 LOGICIEL DE SIMULATION

Le logiciel de simulation utilisé est PLEIADES + COMFIE version 6.25.3.1



## 3.2 HYPOTHESES DE CONCEPTION

### 3.2.1 Conditions climatiques extérieures

La "maximale moyenne quotidienne" (ligne rouge continue) montre la température maximale moyenne d'un jour pour chaque mois pour Poitiers. De même, « minimale moyenne quotidienne" (ligne bleue continue) montre la moyenne de la température minimale. Les jours chauds et les nuits froides (lignes bleues et rouges en pointillé) montrent la moyenne de la plus chaude journée et la plus froide nuit de chaque mois des 30 dernières années.

#### Poitiers

46.58°N, 0.34°E (118 m snm).

Modèle: ERA5T.



Lieu : Poitiers (86)

Zone climatique : H2b

#### Conditions extérieures hiver

Température extérieure de base hiver : - 7°C

Humidité relative : 95%.

#### Conditions extérieures été

Température extérieure de base été : 38°C

Humidité relative : 40%.

### 3.3 PRESENTATION DE L'ENVELOPPE ETUDIEE

Les hypothèses prises sur l'enveloppe sont les suivantes :

#### 3.3.1 Parois verticales

PAROIS VERTICALES								
Descriptif	Nom paroi	Composition (extérieur vers intérieur)	Epaisseur isolant [mm]	Conductivité thermique isolant [W/m.K]	Résistance thermique isolant [m²K/W]	Résistance thermique total paroi [m²K/W]	U paroi [W/m²K]	Repérage sur plan
Mur béton+ isolant+enduit+bardage	B29-MUR01	Bardage ou enduit				5,24	0,18	
		Laine de bois	220	0,042	5,15			
		Béton	200	2,3	0,09			
Mur béton+ isolant+enduit	B29-MUR02	Enduit				5,33		
		Isolant laine de bois	220	0,042	5,24			
		Béton	200	2,3	0,09			
Mur briques alvéolaires+isolant+bardage	B30-MUR03	Bardage		2,3	0,00	5,59	0,17	
		<b>Laine de bois</b>	140	0,042	3,30			
		Briques	200	0,172	1,16			
		Doublage intérieur laine de verre	4,5	0,04	1,1			
Mur briques alvéolaires+isolant+enduit	B30-MUR04	Enduit		2,3	0,00	5,59	0,17	
		<b>Laine de bois</b>	140	0,042	3,30			
		Briques	200	0,172	1,16			
		Doublage intérieur laine de verre	4,5	0,04	1,1			
Mur béton +isolant +enduit	B30-MUR05	Enduit	1	2,3	0,00	5,88	0,17	
		<b>Laine de bois</b>	220	0,038	5,79			

PAROIS VERTICALES								
Descriptif	Nom paroi	Composition (extérieur vers intérieur)	Epaisseur isolant [mm]	Conductivité thermique isolant [W/m.K]	Résistance thermique isolant [m²K/W]	Résistance thermique total paroi [m²K/W]	U paroi [W/m²K]	Repérage sur plan
		Béton	200	2,3	0,09			
Mur imposte à l'arrière des menuiseries	B30-MUR06	Vitrage opaque simple vitrage	-	-	-	4,34	0,22	
		Isolant PUR + panneau Alu	20	0,022	0,91			
		Lame d'air	0,70	0,078	0,09			
		Laine de bois	140	0,042	3,30			
		Plâtre	13	0,32	0,04			
Cloisons thermiques	B30-CL01	Plaque de plâtre	1,3	2,3	0,04	2,58	0,36	
		Laine de verre	100	0,04	2,50			
		Plaque de plâtre	1,3	2,3	0,04			
Parois enterrées	B30-29	Isolant type PSE	140	0,04	4,55	4,64	0,21	
		Béton	200	2,3	0,09			
Allèges menuiseries B30-Tertiaire	B30	Ossature bois	0,75			3,30	0,29	
		Laine de bois	140	0,042	3,30			
		Zinc agrafé	0,5					
Cloisons SAD200	CL02	Plaque de plâtre	1,3	2,3	0,04	3,08	0,31	
		Laine de verre	90	0,03	3,00			
		Plaque de plâtre	1,3	2,3	0,04			

### 3.3.2 Planchers bas

PLANCHERS BAS								
Descriptif	Nom paroi	Composition (extérieur vers intérieur)	Epaisseur [mm]	Conductivité thermique [W/m.K]	Résistance thermique [m²K/W]	Résistance thermique total paroi [m²K/W]	U paroi [W/m²K]	Repérage sur plan
Plancher isolée sous dalle	B30-B29- PLB02-03	Isolant <b>type PSE</b>	160	0,032	5,00	5,14	0,19	
		Béton 200 mm	250	2	0,14			
Plancher isolée sous chape	B30-PLB01	Béton	200	2,3	0,09	4,29	0,22	
		Isolant type PSE	160	0,032	4,2			
		Chape	50	2,3	0,00			
Plancher bas prédalle isolée	B30-PLB03	Prédalle isolée	200	0,03	5,16	5,16	0,19	

### 3.3.3 Planchers hauts

TOITURES								
Descriptif	Nom paroi	Composition (extérieur vers intérieur)	Epaisseur isolant [mm]	Conductivité thermique isolant [W/m.K]	Résistance thermique isolant [m²K/W]	Résistance thermique total paroi [m²K/W]	U paroi [W/m²K]	Repérage sur plan
Toiture terrasse charpente acier	B29-PH01	Etanchéité	1	-	-	8,50	0,12	
		Isolant	120	0,039	3,05			
		Isolant	120	0,022	5,45			
		Bac acier	0,75	-	-			
Toiture Terrasse charpente bois	B30-PH02	Etanchéité	0,75	-	-	8,45	0,12	
		Isolant	90	0,038	2,35			
		Etanchéité	1	-	-			
		Isolant	200	0,036	6,10			
		Charpente bois	0,75	-	-			
Toiture terrasse accessible béton (B23-B30)	B29-B30-PH03	Etanchéité	0,75	-	-	8,27	0,12	
		Isolant	180	0,022	8,2			
		Béton	200	2,3	0,09			
Toiture circulation transverses	B30-PH04	Etanchéité	1	-	-	5,50	0,18	
		Isolant	160	0,04	4,00			
		Bac acier	0,75	-	-			
		Isolant	60	0,04	1,50			
		Bac acier	0,75	-	-			
Toiture dalle béton	B30-PH05	Couverture ventilée	-	-	-	8,27	0,12	
		Isolant	180	0,022	8,2			
		Béton	200	2,3	0,09			
Toiture froide	B30-PH06	Etanchéité	1	-	-	9,45	0,11	
		Isolant	40	0,034	1,18			
		Bac acier	0,50	-	-			

TOITURES								
Descriptif	Nom paroi	Composition (extérieur vers intérieur)	Epaisseur isolant [mm]	Conductivité thermique isolant [W/m.K]	Résistance thermique isolant [m²K/W]	Résistance thermique total paroi [m²K/W]	U paroi [W/m²K]	Repérage sur plan
		Isolant	180	0,022	8,18			
		Béton	200	2,3	0,09			

### 3.3.4 Performances des parois vitrées

L'ensemble des menuiseries sont en aluminium.

#### 3.3.4.1 Menuiseries B30-Labos

Type de baie	Fenêtre
Type de cadre	Alu à rupture de pont
Source Ug	Produit marqué CE de valeur déclarée Ug,d
Source Uw	Document d'avis technique ou équivalent européen
Nom codifié	DV 4/16/4 GC Argon
Ouverture	C1 Ouverture à la française manuelle 1 battant [z3KK]
Type de protection	Store enroulable avec gestion Manuelle non motorisée
Protection	Store enroulable

Baie (w)								
Conduction thermique		Transmission lumineuse		Facteurs solaires				
Sans protection								
U vertical (W/m².K)	U horizontal (W/m².K)	Global	Diffus	Sw		Sw1	Sw2	Sw3
1.40	1.40	0.71	0.00	Hiver	0.39	0.32	0.08	0.00
				Eté	0.39	0.32	0.08	0.00
Protection solaire mobile: Store enroulable								
1.21	1.21	0.00	0.00	0.05		0.00	0.05	0.00

#### 3.3.4.2 Menuiseries B29

Type de baie	Fenêtre
Type de cadre	Alu à rupture de pont
Source Ug	Produit marqué CE de valeur déclarée Ug,d
Source Uw	Document d'avis technique ou équivalent européen
Nom codifié	DV 4/16/4 PE Air
Ouverture	C1 Ouverture à la française manuelle 1 battant [z3KK]
Type de protection	Store enroulable avec gestion Manuelle non motorisée
Protection	Store enroulable

Baie (w)								
Conduction thermique		Transmission lumineuse		Facteurs solaires				
Sans protection								
U vertical (W/m².K)	U horizontal (W/m².K)	Global	Diffus	Sw		Sw1	Sw2	Sw3
1.36	1.36	0.65	0.00	Hiver	0.39	0.32	0.08	0.00
				Eté	0.39	0.32	0.08	0.00
Protection solaire mobile : Store enroulable								
1.21	1.21	0.00	0.00	0.05		0.00	0.05	0.00

### 3.3.4.3 Menuiseries B30-Tertiaires

- Partie claire

Type de baie	Fenêtre
Type de cadre	Alu à rupture de pont
Source Ug	Produit marqué CE de valeur déclarée Ug, d
Source Uw	Document d'avis technique ou équivalent européen
Nom codifié	DV 4/16/4 GC Argon
Ouverture	C1 Ouverture à l'italienne
Type de protection	Store enroulable avec gestion Manuelle non motorisée
Protection	Store enroulable

Baie (w)								
Conduction thermique		Transmission lumineuse		Facteurs solaires				
Sans protection								
U vertical (W/m².K)	U horizontal (W/m².K)	Global	Diffus	Sw		Sw1	Sw2	Sw3
1.31	1.31	0.57	0.00	Hiver	0.38	0.32	0.07	0.00
				Eté	0.38	0.32	0.07	0.00
Protection solaire mobile : Store enroulable								
1.15	1.15	0.00	0.00	0.04		0.00	0.04	0.00

- Partie opaque

Baie (w)								
Conduction thermique		Transmission lumineuse		Facteurs solaires				
Sans protection								
U vertical (W/m².K)	U horizontal (W/m².K)	Global	Diffus	Sw		Sw1	Sw2	Sw3
1.40	1.40	0.05	0.00	Hiver	0.02	0.00	0.02	0.00
				Eté	0.02	0.00	0.02	0.00
Protection solaire mobile: Store enroulable								
1.22	1.22	0.00	0.00	0.01		0.00	0.01	0.00

### 3.3.4.4 Mur rideau

Type de baie	Façade Rideau vitrée
Type de cadre	Alu à rupture de pont
Source Ug	Produit marqué CE de valeur déclarée Ug,d
Source Uw	Document d'avis technique ou équivalent européen
Nom codifié	DV 4/16/4 GC Argon
Ouverture	Ouverture à la française manuelle
Type de protection	Aucune
Protection	Pas de protection mobile

Baie (w)								
Conduction thermique		Transmission lumineuse		Facteurs solaires				
Sans protection								
U vertical (W/m².K)	U horizontal (W/m².K)	Global	Diffus	Sw		Sw1	Sw2	Sw3
1.27	1.27	0.66	0.00	Hiver	0.42	0.35	0.07	0.00
				Eté	0.42	0.35	0.07	0.00
Protection solaire mobile : Pas de protection mobile								

### 3.3.4.5 Porte vitrée

Type de baie	Porte d'entrée vitrée
Type de cadre	Alu à rupture de pont
Source Ug	Produit marqué CE de valeur déclarée Ug, d
Source Uw	Document d'avis technique ou équivalent européen
Nom codifié	DV 4/16/4 PE Argon
Ouverture	Ouverture à la française manuelle
Type de protection	Aucune
Protection	Pas de protection mobile

Baie (w)								
Conduction thermique		Transmission lumineuse		Facteurs solaires				
Sans protection								
U vertical (W/m².K)	U horizontal (W/m².K)	Global	Diffus	Sw		Sw1	Sw2	Sw3
1.26	1.26	0.59	0.00	Hiver	0.42	0.34	0.09	0.00
				Eté	0.42	0.34	0.09	0.00
Protection solaire mobile : Pas de protection mobile								

### 3.3.4.6 Porte

Hauteur (m)	2.20	Largeur (m)	1.00
Coefficient U	2.00 W/(m <sup>2</sup> .K)	Facteur solaire	0
Origine des données sur l'isolant	Marquage CE système 1+		

Les valeurs indiquées ci-dessus sont des valeurs globales pour chaque menuiserie. Elles dépendent de plusieurs facteurs (Ug, Uf, RCL, g) qui peuvent être variables d'une menuiserie à l'autre. Les valeurs qui seront visées sont celles des coefficients globaux : Uw, Sw et FTL.

### 3.3.5 Ventilation

La ventilation sera assurée par des centrales de traitement d'air double flux pour les zones bureaux et labos, et par des ventilateurs d'extraction simple flux (VMC) dans les sanitaires et les vestiaires. En revanche, pour les besoins de cette, on considère uniquement la ventilation de confort. La ventilation pour les usages de process des labos n'est pas prise en compte.

Nous avons considéré les débits d'air neuf hygiéniques suivant :

Nom de la zone / Locaux concernés	Débits d'AN règlementaires
Bureaux	25 m <sup>3</sup> /h/pers.
Laboratoires	25 m <sup>3</sup> /h/pers.

Le détail par zone est donné dans le tableau suivant :

Zones	Soufflage CTA	Reprise CTA	VMC	Régulation	Batterie chaude	Batterie froide
CTA- B29	3250 m <sup>3</sup> /h	3250 m <sup>3</sup> /h	-	Débit variable	Oui	Non
CTA- B30-labos	4900 m <sup>3</sup> /h	4900 m <sup>3</sup> /h	-	Débit variable	Oui	Non
CTA- B30-Tertiaire	1675 m <sup>3</sup> /h	1675 m <sup>3</sup> /h	-	Débit variable	Oui	Non

Les débits de ventilation dans ces locaux sont régulés sur détection de présence. Ainsi, lorsque les locaux sont occupés, la CTA fournit le débit hygiénique maximal. En cas d'inoccupation, la ventilation est interrompue. Les taux de ventilation sont donc basés sur les scénarios d'occupation.

La ventilation des locaux est réalisée par ventilation double flux avec une efficacité autour des 70%. Le fonctionnement se fera d'une heure avant et une heure après l'occupation pour évacuer l'air vicié et l'humidité.

### 3.3.6 Ventilation nocturne

Ce scénario implique une ventilation mécanique à 100% sur une période nocturne, selon les critères suivants renseigné sur le logiciel de calcul :

Saison de climatisation

Mi-saison

Heure

Début

21

h

Fin

8

h

Conditions de t° intérieure

Démarrage si t° intérieure >

20

°C

Arrêt si t° intérieure <

19

°C

Conditions de t° extérieure

Arrêt si t° extérieure <

15

°C

Arrêt si t° int. - t° ext. <

2

°C

☒ Durant toute l'année
 ☒ Freecooling (nuits et jours)

### 3.3.7 Eclairage

La puissance d'éclairage est déterminée selon le type d'usage du local, avec un ratio en W/m<sup>2</sup>.

Eclairage artificiel		
Zone	Puissance totale de l'éclairage	Gestion de l'éclairage
Bureaux	8 W/m <sup>2</sup>	Interrupteur manuel marche/arrêt, gradation automatique assurant un éclairage constant
Labos	8 W/m <sup>2</sup>	Interrupteur manuel marche/arrêt, gradation automatique assurant un éclairage constant
Sanitaires	2,4 W/m <sup>2</sup>	Marche et arrêt automatique par détection de présence et absence
Vestiaires	2,4 W/m <sup>2</sup>	Marche et arrêt automatique par détection de présence et absence
Circulations	1,6 W/m <sup>2</sup>	Marche et arrêt automatique par détection de présence et absence

## 4. ETUDE DU BATIMENT

### 4.1 DEFINITION DES ZONES THERMIQUES

Une zone thermique correspond à un local ou ensemble de locaux dont les scénarios de fonctionnement sont identiques.

Dans le cadre de cette étude, la simulation est portée sur l'ensemble locaux, répartis dans des zones différentes et ayant des occupations et des temps d'utilisation différents.

Le découpage en plusieurs zones permet d'une part, une précision supplémentaire sur le fonctionnement du local mais aussi une analyse des résultats plus proche du comportement réel de la zone.

Un grand nombre de zone est étudié afin d'analyser avec grande précision l'évolution de chacun des locaux.

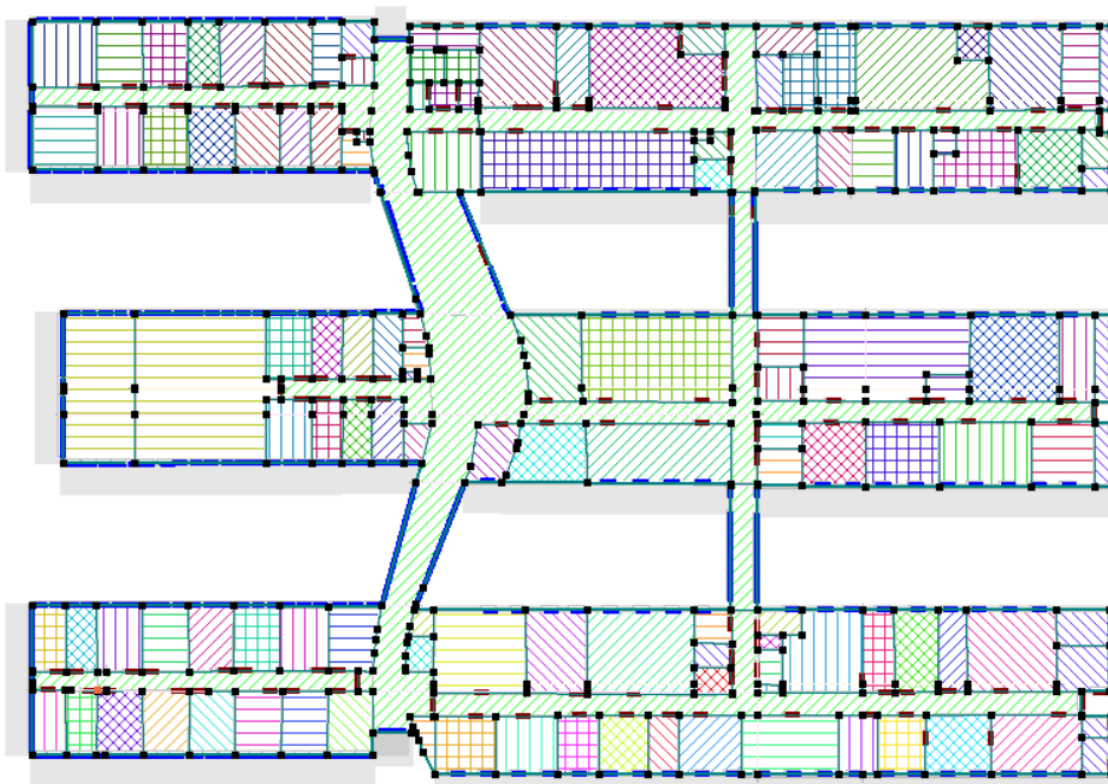


Figure 1 : Zoning pièce par pièce du bâtiment B30

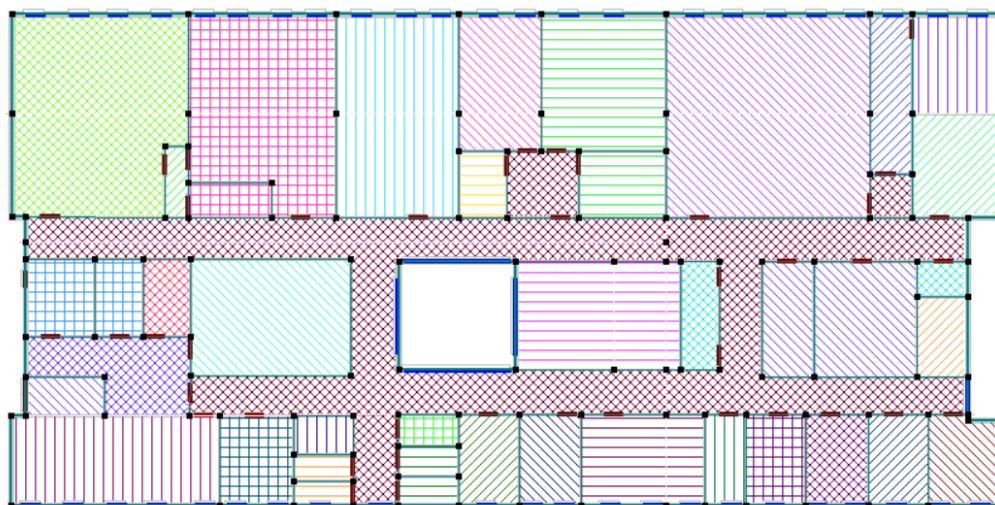


Figure 2: Zoning pièce par pièce du bâtiment B29

## 4.2 APPORTS INTERNES LIES AUX PERSONNES

Les apports internes résultent de l'occupation humaine, de l'éclairage et des équipements installés (bureautique, équipements de labos...).

Il est très important d'identifier les différents apports ainsi que les horaires d'occupation ou d'utilisation, car ils jouent un rôle prépondérant dans l'atteinte des objectifs du confort d'été.

Les apports internes sont définis par les hypothèses suivantes :

Charge interne des occupants :

- Chaleur humaine sensible : 80 W / occupant
- Humidité des occupants (chaleur latente) : 0,055 kg/h/occupant.

## 4.3 SCENARIOS D'OCCUPATION

Les tableaux suivants rassemblent les taux d'occupation :

### 4.3.1 Bureaux individuels

Période	Horaires	Occupation
Du lundi au vendredi	7h30 – 19h30	1 personne

### 4.3.2 Bureaux doubles

Période	Horaires	Occupation
Du lundi au vendredi	7h30 – 19h 30	2 personnes

#### 4.3.3 Bureaux triples

Période	Horaires	Occupation
Du lundi au vendredi	7h30 – 19h30	3 personnes

#### 4.3.4 Bureaux open space

Période	Horaires	Occupation
Du lundi au vendredi	7h30 – 19h30	30 personnes

#### 4.3.5 Labos

Période	Horaires	Occupation
Du lundi au vendredi	7h30 – 19h30	Selon fiche local de chaque labo

Les locaux sont fermés les **week-ends**, les **deux premières semaines d'août** et une **semaine entre Noël et 1<sup>er</sup> janvier**. Les fiches locales indiquent un nombre maximal d'occupation pour les labos. Cette hypothèse est défavorable car les enseignants – chercheurs peuvent se trouver dans d'autres locaux pour donner des cours par exemple pendant la journée.

## 5. ANALYSE DES RESULTATS

### 5.1 RESULTATS DE LA SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE (STD)

Le calcul du nombre d'heures d'inconfort pour les zones B29, B30-Labos et B30-Tertiaire s'est fait avec les hypothèses citées ci-dessus. Dans ce projet, l'objectif de confort d'été demandé est le respect de la température (28°C) entre 6h et 22h.

Les résultats de la simulation sont présentés par zone d'usage.

#### 5.1.1 Résultats de la STD des bureaux (B30-Tertiaire)

Confort d'été bureaux B30-Tertiaire		
Zones	Nombre heures T>28°C	Taux de dépassement avec T>28°C (%)
Bureau décroisonné (40postes)	23	0,8
Bureau individuel Bu324	11	0,4
Bureau partagé d'isolement (4postes)	33	1,1
Bureau personnel ménage Bu414	22	0,8
Bureaux doubles Bu323	2	0,1
Bureaux doubles Bu323 1	3	0,1
Bureaux non permanents Bu314 (3postes)	11	0,4
Bureaux non permanents Bu314 (3postes) 1	14	0,5
Bureaux permanents doubles Bu 313	3	0,1
Bureaux permanents doubles Bu 313 1	3	0,1
Bureaux permanents doubles Bu 313 10	3	0,1
Bureaux permanents doubles Bu 313 11	1	0
Bureaux permanents doubles Bu 313 2	2	0,1
Bureaux permanents doubles Bu 313 3	6	0,2
Bureaux permanents doubles Bu 313 4	5	0,2
Bureaux permanents doubles Bu 313 5	3	0,1
Bureaux permanents doubles Bu 313 6	0	0
Bureaux permanents doubles Bu 313 7	4	0,1
Bureaux permanents doubles Bu 313 8	7	0,3
Bureaux permanents doubles Bu 313 9	4	0,1
Bureaux permanents ind Bu312	0	0
Bureaux permanents ind Bu312 1	0	0
Bureaux permanents ind Bu312 2	7	0,2
Bureaux permanents ind Bu312 3	0	0
Bureaux permanents ind Bu312 4	0	0
Bureaux permanents ind Bu312 5	7	0,2
Bureaux permanents ind. Bu 312	24	0,9
Bureaux permanents ind. Bu 312 1	3	0,1
Bureaux permanents ind. Bu 312 2	27	1
Bureaux permanents ind. Bu 312 3	4	0,1
Bureaux techniciens doubles Lb262	1	0
Bureaux techniciens doubles Lb262 1	2	0,1

Confort d'été bureaux B30-Tertiaire		
Zones	Nombre heures T>28°C	Taux de dépassement avec T>28°C (%)
Bureaux techniciens doubles Lb262 2	42	1,4
Bureaux techniciens doubles Lb262 3	11	0,4
Bureaux techniciens doubles Lb262 4	7	0,3
Bureaux techniciens doubles Lb262 5	4	0,1
Bureaux techniciens indiv Lb261	0	0
Bureaux techniciens indiv Lb261 1	11	0,4
Salle de réunion Bu411	0	0
Salle stagiaires Master Bu613	0	0

Les résultats de la STD des bureaux montrent que le taux d'inconfort par rapport au temps d'occupation varie de 0,5 à 1,5% pour les bureaux les plus défavorables. La configuration des menuiseries avec l'alternance de partie opaque et de partie vitrée permet de réduire considérablement le taux d'inconfort.

Le bâtiment B30-Tertiaire présente un taux d'inconfort largement inférieur à 2,5% dans la totalité des pièces, ce qui est préconisé dans ce type de bâtiment.

### 5.1.2 Résultats de la STD des labos (B30-Labos)

Confort d'été B30-Labos		
Zones	Nombre heures T>28°C	Taux de dépassement avec T>28°C (%)
Atelier informatique Lb242	0	0
Bureau RMN Lb 320b	0	0
Labo Abat Lb220	0	0
Labo adsorption _ modif surfaces Lb247	0	0
Labo attaque acide Lb319 bis	0	0
Labo de préparation commun Lb212b	0	0
Labo de préparation commun Lb212c	0	0
Labo de préparation commun Lb212c 1	0	0
Labo HF minéralisation Lb213	0	0
Labo mcr balance - mcr calorim. Lb248	1	0
Labo polissage Lb255	0	0
Labo électrochimie (Psat) Lb317	0	0
Labo électrochimie (Psat) Lb317d	0	0
Labo électrochimie (Psat) Lb317e	0	0
Labo électrochimie Lb317b	0	0
Salle de pesée Lb253	0	0

Les labos de la zone B30-Labos présentent un taux d'inconfort nul. Les masques proches, la configuration des menuiseries, les protections solaires et le free-cooling permettent d'avoir zéro heure d'inconfort dans cette partie du bâtiment.

### 5.1.3 Résultats de la STD des labos (B29)

Confort d'été labos B29		
Zones	Nombre heures T>28°C	Taux de dépassement avec T>28°C (%)
Atelier instrumentation Lb412	0	0
Atelier humide verrerie Lb413	0	0
Atelier sec verrerie Lb414	0	0
Labo plasma Lb116a	0	0
Labo plasma Lb116b	0	0
Labo plasma Lb116c	0	0
Labo plasma Lb116d	0	0
Magasin central produits organiques fiche 25	0	0
Espace partagé et contrôle mutualisé fiche 26	0	0
M.C consommables F25 ter	0	0
M.C frigos F25 bis	0	0
Labo tests catal. HF Lb113	0	0
Labo tests sous pression montage Lb112 a	0	0
Labo tests catal. deNOX Lb114a	0	0
Labo tests catal. Zeolith Lb114b	0	0
Labo tests catal. Métaux_Oxyde Lb114c	0	0
Labo tests catal Lb112 b	0	0

Confort d'été labos B29		
Zones	Nombre heures T>28°C	Taux de dépassement avec T>28°C (%)
Labo propulsion cata Lb115a	0	0
Labo propulsion prépa Lb115b	0	0
Labo tests catal. soufre Lb111	0	0

De même que les labos du bâtiment B30, les labos du bâtiment présentent un taux d'inconfort nul.

## 5.2 RESULTATS DE LA SIMULATION ENERGETIQUE DYNAMIQUE (SED)

La simulation énergétique dynamique permet d'estimer les consommations futures du bâtiment. Dans le cadre de cette étude, les consommations liées au process et aux manipulations dans les labos ne sont pas prises en compte dans la SED. Les consommations prises en compte sont l'éclairage, l'ECS, la ventilation de confort, le chauffage, le rafraîchissement et les équipements de bureautique. Ci-dessous les consommations énergétiques (énergie finale) poste par poste du projet :

### 5.2.1 Consommations énergétiques bâtiment B29

Poste	Consommations énergétiques (kWh)	Réseau de chaleur (kWh)
Chauffage		18 698
Refroidissement	149	
Eau chaude sanitaire	31 164	
Auxiliaires de ventilation	14 115	
Auxiliaires de distribution	34	
Eclairage	1121	
Usage spécifique		
<b>Total</b>	<b>46 5883</b>	<b>18 689</b>

### 5.2.2 Consommations énergétiques bâtiment B30-labos

Poste	Consommations énergétiques (kWh)	Réseau de chaleur (kWh)
Chauffage		56 055
Refroidissement	1 644	
Eau chaude sanitaire	53 881	
Auxiliaires de ventilation	136 865	
Auxiliaires de distribution	218	
Eclairage	15 986	
Usage spécifique	147	
<b>Total</b>	<b>208 741</b>	<b>56 055</b>

### 5.2.3 Consommations énergétiques bâtiment B30-Tertiaire

Poste	Consommations énergétiques (kWh)	Réseau de chaleur (kWh)
Chauffage		26 150
Refroidissement	154	
Eau chaude sanitaire	9 006	
Auxiliaires de ventilation	19 365	
Auxiliaires de distribution	34	
Eclairage	9 084	
Usage spécifique	13 782	
<b>Total</b>	<b>51 426</b>	<b>26 150</b>

L'analyse des consommations issues de la simulation énergétique dynamique met en évidence des écarts importants entre les différents bâtiments du projet. Le bâtiment B30 dédié aux laboratoires présente la consommation la plus élevée, avec un total de 208 741 kWh/an. Cette valeur s'explique principalement par les besoins importants en ventilation (136 865 kWh/an), nécessaires au maintien des conditions d'hygiène et de renouvellement d'air dans les zones de travail spécifiques. Le chauffage représente également une part significative (56 055 kWh/an), entièrement couvert par le réseau de chaleur. À titre de comparaison, le bâtiment tertiaire B30 consomme 51 426 kWh/an, avec une répartition plus équilibrée entre les différents usages, notamment le chauffage (26 150 kWh/an), les auxiliaires de ventilation (19 365 kWh/an) et les usages spécifiques de bureautique (13 782 kWh/an). Le bâtiment B29, de plus petite taille, affiche une consommation totale de 46 588 kWh/an, dominée par la production d'eau chaude sanitaire (31 164 kWh/an) et le chauffage (18 698 kWh/an).

Dans l'ensemble, les postes les plus consommateurs sont la ventilation et le chauffage, particulièrement dans les zones de laboratoire où les besoins en renouvellement d'air sont très élevés. Le recours au réseau de chaleur permet de répondre à l'ensemble des besoins de chauffage des trois bâtiments. La production d'eau chaude sanitaire constitue également un poste notable, notamment dans les bâtiments B30-labos et B29. Les consommations liées au rafraîchissement sont très faibles, inférieures à 2 000 kWh/an dans tous les cas, ce qui peut indiquer un bon comportement thermique du bâtiment en période estivale, ou un recours limité aux systèmes actifs de rafraîchissement.

## 6. ECLAIRAGE NATUREL

### 6.1 GENERALITES

Pour caractériser la qualité de l'éclairage naturel dans les espaces étudiés, l'indicateur Facteur Lumière Jour a été utilisé. Cette grandeur sans unité est définie comme le rapport de l'éclairement intérieur (Ei), mesuré en un point précis du local, sur l'éclairement extérieur (Eh), mesuré au même instant.

Le FLJ permet de mesurer la quantité et la qualité de la lumière présente dans un espace. Il exprime l'efficacité d'une pièce et de sa fenêtre en tant que système d'éclairage naturel et donne une bonne indication de l'environnement lumineux intérieur tel que perçu par l'humain.

Il décrit également la relation entre les espaces intérieurs et extérieur

FLJ moyen (%)	Éclairement naturel moyen approximatif (lux)
• < 1 %	< 100 lux (Insuffisant / Basique)
• 1 à 1,5 %	100 à 200 lux (Standard / Correct)
• 1,5 à 2,5 %	200 à 300 lux (Performant)
• 2,5 à 5 %	300 à 500 lux (Très performant)
• > 5 %	> 500 lux (Exceptionnel (souvent éblouissant ou suréclairé si non maîtrisé))

Des zones de premier et second rang peuvent être définies en fonction de la profondeur des pièces, cela peut permettre d'adapter les objectifs de FLJ en fonction des zones de rang des pièces.

La zone de premier rang est la zone s'étendant depuis le nu intérieur du mur jusqu'à une profondeur égale à deux fois la distance verticale entre le plan de travail et le niveau du plafond. Le reste de la pièce est considéré de second rang.

Les calculs sont réalisés sur la base d'un ciel « normé », couvert où seul le rayonnement diffus entre en compte. L'orientation du local n'a donc pas d'impact sur le résultat. Les protections solaires mobiles n'ont pas non plus d'impact sur le résultat.

Les calculs sont réalisés avec le logiciel ENELIGHT de Pléiades.

### 6.2 OBJECTIFS

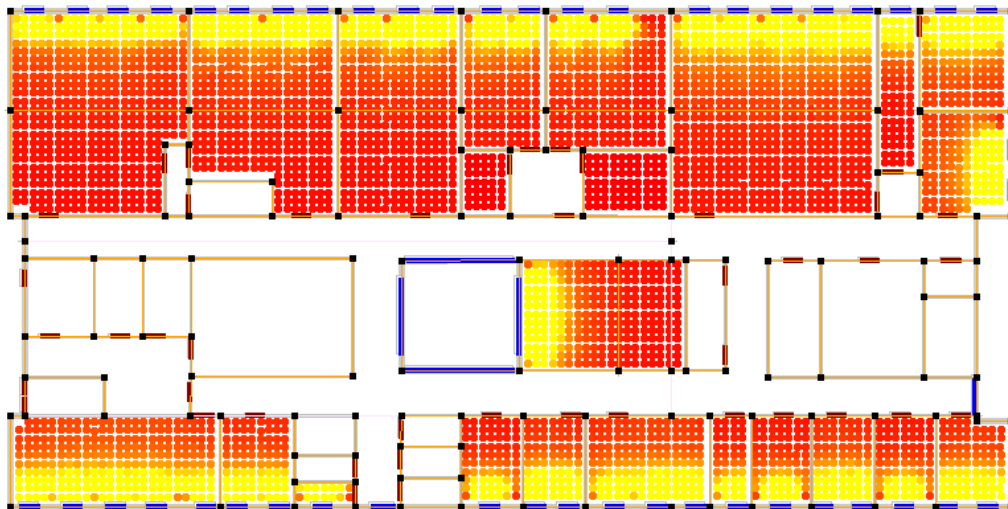
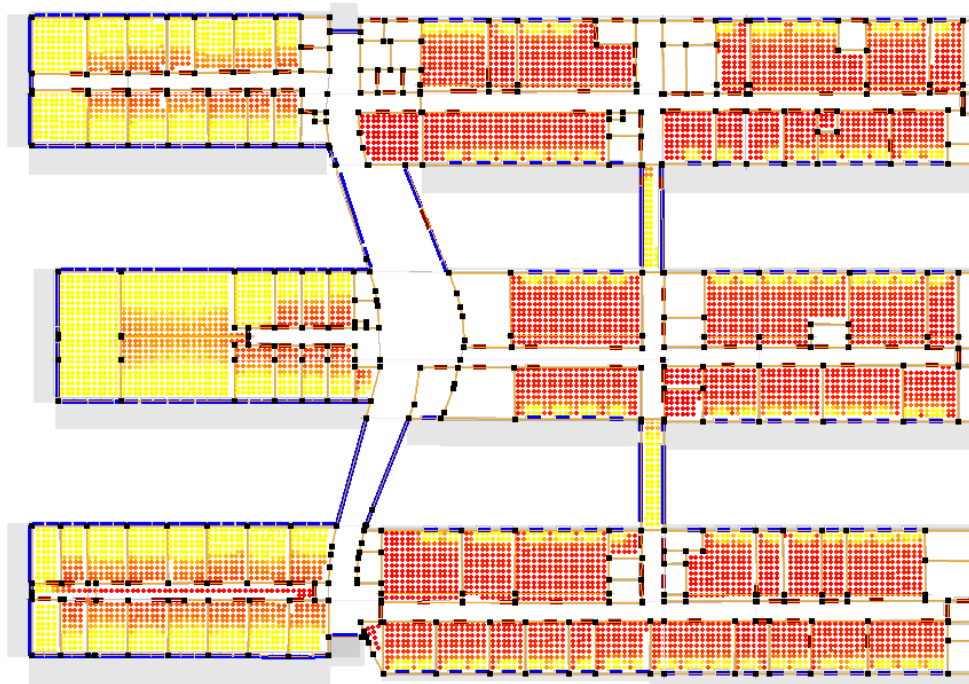
L'étude a été réalisée pour les bureaux et les labos. Aucun objectif spécifique sur ces locaux n'a été défini.

Le FLJ moyen de ces locaux sera donc comparé aux niveaux d'éclairement évoqué précédemment afin de définir si l'éclairement des locaux étudiés est satisfaisant ou s'il nécessite la mise en place d'améliorations.

### 6.3 HYPOTHESES DE CALCULS

- Dimensions des locaux : conformes aux plans.
- Coefficients de réflexion lumineuse
  - Sol : 60%
  - Murs : 90%
  - Plafonds : 90%
- Plan de travail à 70 cm de haut

## 6.4 ZONE ETUDIEE



## 6.5 RESULTATS DU CALCUL DE FLJ

Dans ce projet, un niveau de FLJ minimum n'est pas exigé. Les résultats obtenus par la simulation montre combien de % de la surface de chaque pièce respecte un niveau de 2% de FLJ pour la zone de premier rang.

### 6.5.1 Tableau de synthèse FLJ de la zone bureaux

Cible	Surface de référence	% locaux	Exigence
FLJ moyen $\geq 1.2$	Zone de premier rang	100 %	Non atteint
pièces	Résultat	Surface	Exigence
Bureaux permanents doubles Bu 313 7	FLJ moy = 1	18	Non atteint
Bureaux permanents doubles Bu 313 8	FLJ moy = 0.54	17.3	Non atteint
Bureaux permanents doubles Bu 313 6	FLJ moy = 0.57	19.2	Non atteint
Bureaux permanents ind. Bu 312 2	FLJ moy = 2.03	12.4	OK
Bureaux permanents ind. Bu 312 3	FLJ moy = 0.74	12.2	Non atteint
Bureaux permanents doubles Bu 313 11	FLJ moy = 0.96	18.1	Non atteint
Bureaux permanents doubles Bu 313 10	FLJ moy = 0.52	18.5	Non atteint
Bureaux permanents doubles Bu 313 9	FLJ moy = 1.01	18	Non atteint
Bureaux permanents doubles Bu 313 1	FLJ moy = 1.48	18.8	OK
Bureaux permanents doubles Bu 313	FLJ moy = 2.63	18.6	OK
Bureaux permanents ind. Bu 312	FLJ moy = 2.8	12.9	OK
Bureaux permanents ind. Bu 312 1	FLJ moy = 1.87	12.2	OK
Bureaux permanents doubles Bu 313 2	FLJ moy = 2.65	18.1	OK
Bureaux permanents doubles Bu 313 5	FLJ moy = 2.24	18.7	OK
Bureaux permanents doubles Bu 313 4	FLJ moy = 2.5	19.7	OK
Bureaux permanents doubles Bu 313 3	FLJ moy = 1.48	18.7	OK
Bureau décroissonné (40postes)	FLJ moy = 1.93	164.7	OK
Bureau partagé d'isolement (4postes)	FLJ moy = 0.49	18.1	Non atteint
Bureaux permanents ind Bu312	FLJ moy = 0.71	11.8	Non atteint
Bureaux permanents ind Bu312 1	FLJ moy = 0.7	11.2	Non atteint
Bureaux permanents ind Bu312 2	FLJ moy = 0.59	12.3	Non atteint
Petite salle de réunion Bu612	FLJ moy = 1.47	18.5	OK
Bureaux permanents ind Bu312 3	FLJ moy = 1.88	12.1	OK
Bureaux permanents ind Bu312 4	FLJ moy = 1.82	12.1	OK
Bureaux permanents ind Bu312 5	FLJ moy = 1.64	11.6	OK
Bureaux techniciens indiv Lb261	FLJ moy = 0.63	11.8	Non atteint
Bureaux techniciens doubles Lb262 5	FLJ moy = 0.46	17.3	Non atteint
Bureaux non permanents Bu314 (3postes) 1	FLJ moy = 1.7	25.3	OK
Bureaux techniciens doubles Lb262 2	FLJ moy = 0.89	18	Non atteint
Bureaux techniciens doubles Lb262 3	FLJ moy = 0.49	17.6	Non atteint
Bureaux techniciens doubles Lb262 4	FLJ moy = 0.87	18.4	Non atteint
Bureaux techniciens indiv Lb261 1	FLJ moy = 1.09	12.2	Non atteint
Bureaux techniciens doubles Lb262	FLJ moy = 2.85	18.8	OK
Bureaux non permanents Bu314 (3postes)	FLJ moy = 2.69	25.6	OK
Bureaux techniciens doubles Lb262 1	FLJ moy = 1.61	18.1	OK
Bureau individuel Bu324	FLJ moy = 1.92	12.5	OK

Bureaux doubles Bu323	FLJ moy = 2.95	17.8	OK
Bureaux doubles Bu323 1	FLJ moy = 1.56	18.8	OK
Bureau personnel ménage Bu414	FLJ moy = 2.16	10.9	OK

L'analyse des résultats de FLJ moyen pour les zones de bureaux montre que la cible (FLJ moyen  $\geq 1,2$  pour 100 % des locaux de premier rang) n'est pas atteinte. Plusieurs bureaux affichent un FLJ nettement inférieur à l'exigence, notamment les bureaux doubles situés dans la zone Bu313, dont certains descendent jusqu'à 0,52, témoignant d'un manque significatif de lumière naturelle. Seuls quelques bureaux individuels et partagés (ex. Bu312, Bu323, Bu324) dépassent le seuil de 1,2 %, avec des valeurs allant jusqu'à 2,95, permettant de valider partiellement l'objectif HQE. La disparité des résultats souligne des différences dans les conditions d'éclairage naturel selon l'orientation, la profondeur des locaux, et la configuration des ouvertures.

## 6.5.2 Tableau de synthèse FLJ de la zone labos

Cible	Surface de référence	% locaux	Exigence
FLJ moyen $\geq 1.2$	Par local	100 %	Non atteint
Pièces	Résultat	Surface	Exigence
Labo Raman Lb221	2.64	22	OK
Labo infrarouge Lb214c	2.57	22.2	OK
Labo échange isotrop-boîte isolt Lb214	2.08	14.7	OK
Labo de préparation commun Lb212b	2.87	18	OK
Labo infrarouge Lb214	2.39	22.9	OK
Salle de pesée Lb253	2.17	10.8	OK
Labo ATD ATG Lb222	1.99	35.9	OK
Labo de préparation commun Lb212c	1.5	14.2	OK
Labo MEB FEG Lb 226	2.27	17.3	OK
Local refroidisseur MET _ MEB Lb 257	1.89	24	OK
Labo MET Lb225	2.34	33.4	OK
Labo chimie sorption Lb216	1.67	56.7	OK
Labo mcr balance - mcr calorim. Lb248	1.62	31.5	OK
Labo adsorption _ modif surfaces Lb247	0.99	48.3	Non atteint
Labo GC-MS a Lb313	1.29	38.5	OK
Labo GC-MS b traitement données Lb313	1.34	15.4	OK
Atelier informatique Lb242	1.12	22.2	Non atteint
Labo Tomo traitement données Lb245b	1.54	14.1	OK
Labo Tomo Lb245a	1.73	45	OK
Labo électrochimie Lb317b	1.1	24.5	Non atteint
Labo électrochimie (Psat) Lb317d	1.17	36.7	Non atteint
Labo attaque acide Lb319 bis	0.99	29	Non atteint
Labo analytique électrochimie Lb318	1.07	25.1	Non atteint
Locaux ménage Bu631 2	0	9.9	Non atteint
Salle de réunion Bu411	1.12	53.6	Non atteint
Boîte photo-optique Lb317c	1.32	17.9	OK
Salle stagiaires Master Bu613	1.15	82.6	Non atteint
Labo électrochimie (Psat) Lb317	1.61	48.7	OK
Salle de pesée Lb253 1	0	7	Non atteint
Labo électrochimie (Psat) Lb317e	1.43	82.9	OK

Labo préparation matériaux Lb217	1.07	79.7	Non atteint
Labo porosimétrie BET Lb215	0.53	22.8	Non atteint
Labo porosimétrie Hg Lb215b	0.74	12.5	Non atteint
Labo de préparation commun Lb212c 1	0.7	16	Non atteint
Labo analyse élémentaire Lb228	0.91	14.2	Non atteint
Labo technique ICP Lb219	1.36	28	OK
Labo HF minéralisation Lb213	1.13	23.8	Non atteint
Labo DRX Lb 223	1.72	63.8	OK
Labo chromato-ionique et HPL Lb239	1.49	38.1	OK
Labo Abat Lb220	1.39	18.8	OK
Labo XPS Lb211	1.09	62.4	Non atteint
Bureau RMN Lb 320b	1.61	16.3	OK
Labo RMN Lb 320a	2.39	39.4	OK
Atelier mécanique Lb411	2.32	64.7	OK
Atelier instrumentation Lb412	1.57	18.8	OK
Atelier humide verrerie Lb413	2.71	19.2	OK
Atelier sec verrerie Lb414	2.42	39	OK
Local prépa prototypes plasma Lb122	2.06	12.5	OK
Labo plasma Lb116a	1.57	18.5	OK
Labo plasma Lb116b	2.67	19.5	OK
Labo plasma Lb116c	1.57	18.7	OK
Labo plasma Lb116d	2.48	21.5	OK
Labo tests catal. sous pression montages lb112a	0.92	148.9	Non atteint
Labo tests catal. deNox	0.96	88.5	Non atteint
Labo tests catal. zéolith	1.18	95.9	Non atteint
Labo tests catal. métaux_oxyde	0.85	120.2	Non atteint
Labo tests catal. soufre lb111b	1.19	22.8	Non atteint
Labo propulsion lb115b	1.56	39.8	OK
Labo propulsion test cata lb115a	1.51	59.9	OK
Labo tests catal. soufre lb111	1.98	30.5	OK

Du côté des **laboratoires**, le résultat est plus contrasté. Une grande majorité des pièces affichent un FLJ moyen supérieur à 1,2 %, parfois largement (jusqu'à 2,87 dans certains labos de préparation ou zones plasma), traduisant une bonne qualité d'éclairement naturel. Toutefois, un nombre significatif de locaux reste en dessous du seuil, en particulier dans les zones de pesée, d'analyse ou certains labos techniques, ce qui empêche là aussi d'atteindre les **100 % de conformité**. Les causes probables sont des configurations intérieures complexes. Globalement, si la performance lumineuse est satisfaisante pour de nombreux espaces, des améliorations ciblées sont nécessaires pour avoir un éclairage naturel satisfaisant.

## 7. CONCLUSION ET PRECONISATIONS

---

La simulation thermique dynamique (STD) a été réalisée afin d'évaluer les performances du projet en matière de confort d'été, et de déterminer si des systèmes de rafraîchissement complémentaires sont nécessaires pour garantir le confort des occupants et répondre aux exigences du programme. Cette simulation s'appuie sur des hypothèses précises concernant l'occupation, l'éclairage et la ventilation, telles que décrites précédemment.

Les résultats montrent que le confort estival est globalement respecté dans l'ensemble des deux bâtiments, avec un taux d'inconfort compris entre 0,5 % et 1,5 % du temps d'occupation, ce qui reste bien en deçà des seuils réglementaires.

Par ailleurs, une étude d'éclairement naturel a également été menée en complément des analyses thermiques. Les résultats indiquent que les niveaux d'éclairement requis ne sont pas atteints dans les bureaux et les laboratoires. Des actions correctives sont envisageables, notamment à travers le choix de revêtements intérieurs plus réfléchissants (murs, plafonds, sols), afin d'optimiser l'apport de lumière naturelle et d'améliorer le confort visuel des usagers.