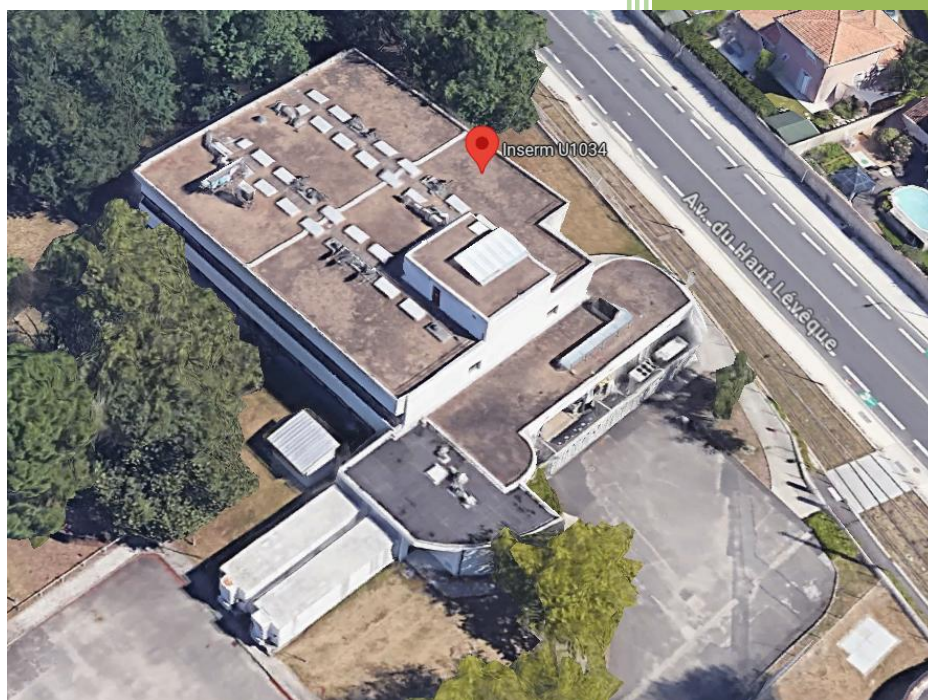


LABORATOIRE INSERM EXTENSION BATIMENT 1034 - PESSAC (33)

Simulation thermique dynamique Phase APD



REDACTION	VERSION
G.CHASSAINT	V1 – 20/10/25

SOMMAIRE

1.	Introduction	3
2.	Caractéristiques du projet	4
3.	Espaces modélisés	5
4.	Compositions de parois, vitrages et menuiseries	8
5.	Scénarios.....	11
6.	Synthèse des résultats – Besoins de chauffage	14
7.	Synthèse des résultats – Confort d’été	16
8.	Conclusion	18

1. INTRODUCTION

Dans le cadre de l'évaluation des performances thermiques d'un bâtiment, la **simulation thermique dynamique (STD)** constitue un outil d'analyse avancé permettant de modéliser avec précision les échanges thermiques au fil du temps.

Contrairement aux méthodes statiques, la STD prend en compte l'évolution horaire des conditions climatiques, des apports internes, des systèmes actifs et du comportement thermique de l'enveloppe du bâtiment. Elle permet ainsi de reproduire de manière réaliste le fonctionnement thermique du bâtiment sur une période donnée (souvent une année entière), avec une finesse horaire.

L'objectif de cette simulation est double :

- D'une part, **quantifier les besoins de chauffage**, c'est-à-dire la puissance et l'énergie nécessaires pour maintenir les températures de consigne en période de froid. Afin de se concentrer sur les besoins de chauffage découlant de la conception du bâtiment et de l'enveloppe thermique, **les process n'ont pas été pris en compte dans cette étude** (ventilation et puissances dissipées équipements notamment).
- D'autre part, **évaluer le confort d'été**, à travers l'analyse des température maximales intérieures (sans process et refroidissement).

Cette évaluation s'appuie sur des simulations thermiques dynamiques réalisées à l'aide du **logiciel Pléiades + Comfie**.

Niveau recherché

Les performances visées sur ce projet sont :

- **Besoins de chauffage limités à 20 kWh / m² (hors process)**
- **Etude du confort d'été afin de limiter les consommations énergétiques de refroidissement**

2. CARACTERISTIQUES DU PROJET

■ *Lieu du projet*

Pessac (33)

■ *Maître d'ouvrage*

INSERM

■ *Architecte - Mandataire maîtrise d'oeuvre*

Audouin Lefeuvre Architectes

■ *Bureau d'études environnement*

EuGée

■ *Logiciel utilisé*

Ces simulations sont réalisées à l'aide du logiciel Pleiades+Comfie (version 6.25.6.4).

■ *Site*

Nom	Pessac INSERM	Altitude	45 m
------------	---------------	-----------------	------

■ *Station météorologique*

Nom	Bordeaux - moyen fichier Bordeauxmoyen_V2.try	Altitude	46 m
Longitude	0° 42' 0"O	Latitude	44° 49' 48"N
Températures	Minimale	Maximale	Moyenne
	-4.20°C	36.30°C	13.80°C

■ *Degrés Jours Unifiés base 18°C*

Annuels	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
1879	336	288	233	161	90	30	17	15	47	105	237	320

■ *Fichiers météo utilisé*

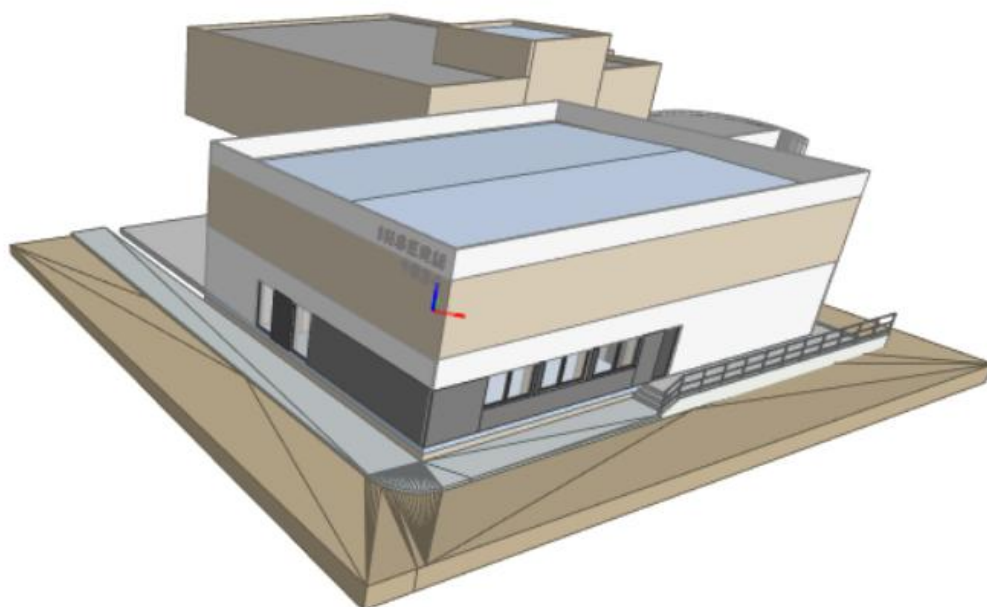
Le fichier météo utilisé est le fichier "Moyen". Il reprend les températures moyennes mensuelles sur 10 ans (2010-2019).

3. ESPACES MODELISES

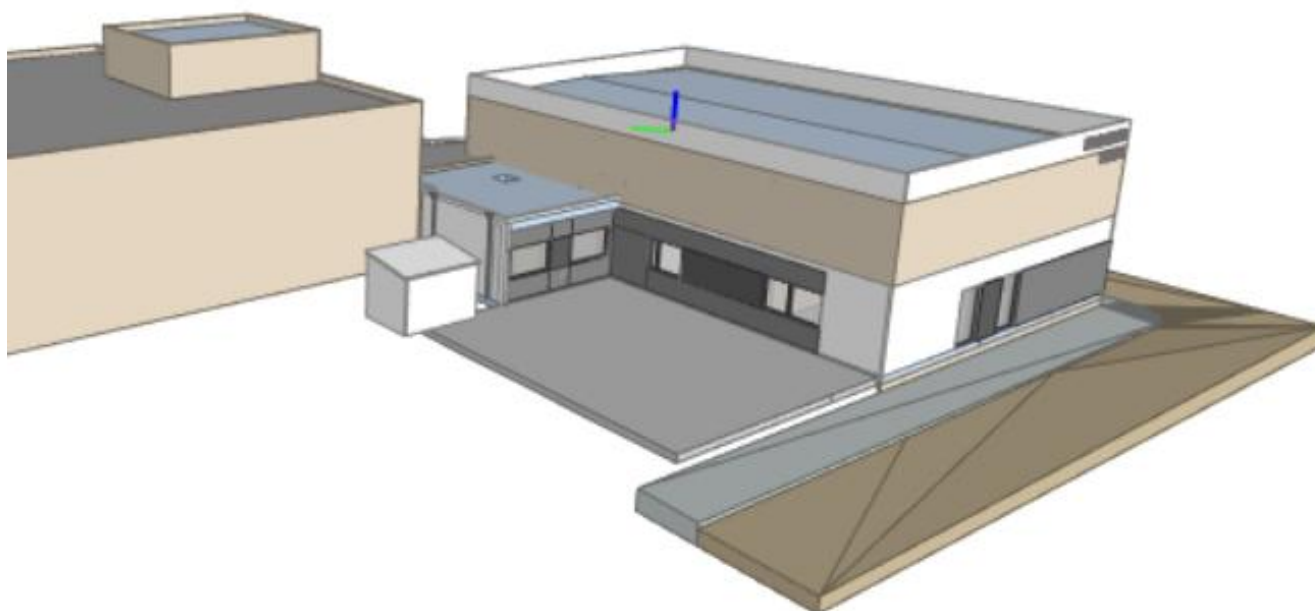
L'ensemble de l'extension a été modélisé, comme suit :

Zone	Pièces	Surface (m²)	Volume (m³)
Exp Salle physio		23.93 m²	78.98 m³
	Exp _ Salle physio	23.93 m²	78.98 m³
Salle comportementale A		15.45 m²	50.98 m³
	Salle comportement A	15.45 m²	50.98 m³
Salle comportementale B		15.15 m²	50.00 m³
	Salle comportement B	15.15 m²	50.00 m³
Souris hébergement 1		46.37 m²	153.02 m³
	Souris Hébergement 1	46.37 m²	153.02 m³
Souris hébergement 2		31.50 m²	103.94 m³
	Souris Hébergement 2	31.50 m²	103.94 m³
Génotype		18.91 m²	62.40 m³
	Génotype	18.91 m²	62.40 m³
Circulations		59.84 m²	197.47 m³
	Circulation	59.84 m²	197.47 m³
Autres locaux		68.55 m²	226.23 m³
	Déchets	11.97 m²	39.51 m³
	Exp 02_A	5.56 m²	18.36 m³
	Mat propre	16.94 m²	55.90 m³
	Change	8.34 m²	27.53 m³
	Nourritures	16.76 m²	55.30 m³
	Salle observation	8.98 m²	29.63 m³
Laverie		36.60 m²	120.78 m³
	Laverie	36.60 m²	120.78 m³
Local technique		69.04 m²	228.30 m³
	Local technique	62.81 m²	188.42 m³
	Escalier	6.23 m²	39.89 m³
Plenum		254.38 m²	763.13 m³
	Plenum	254.38 m²	763.13 m³

■ *Vue 3D depuis sud*



■ *Vue 3D depuis nord-ouest*





4. COMPOSITIONS DE PAROIS, VITRAGES ET MENUISERIES

L'ensemble des compositions et des données thermiques est repris ci-après :

■ *Liste des compositions utilisées*

Mur bas

Composante : Simple	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Globalwall DPE 30	19.0	0.040	30	0.194	0.21	4.75
Total					0.21	4.75

Mur haut

Composante : Simple	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Globalwall IN 221	13.0	0.033	100	0.250	0.26	3.90
Total					0.26	3.90

Mur existant doublé

Composante : Simple	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Doublage	1.3	0.250	850	0.222	19.23	0.05
Lame d'air > 1.3 cm	1.5	0.094	1	0.340	6.25	0.16
Béton plein armé	20.0	2.300	2350	0.278	11.50	0.09
Lame d'air > 1.3 cm	1.5	0.094	1	0.340	6.25	0.16
Doublage	1.3	0.250	850	0.222	19.23	0.05
Total					0.18	5.59

Plancher bas

Composante : Simple	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Polystyrène expansé type knauf therm	10.5	0.033	25	0.383	0.31	3.18
Béton plein armé	20.0	2.300	2350	0.278	11.50	0.09
Total					0.31	3.27

Plafond RDC

Composante : Simple	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Panneau DAGARD 14 cm	14.0	0.032	50	0.194	0.23	4.39
Total					0.23	4.39

Toiture

Composante : Simple	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	CS Wh/(kg.K)	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Laine de roche Rockacier	12.0	0.040	145	0.286	0.33	3.00
Acier Inox	1.0	16.000	7900	0.142	1600.00	0.00
Total					0.33	3.00

Menuiseries

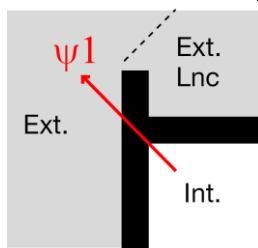
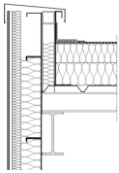
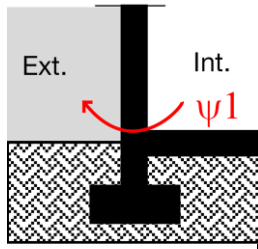
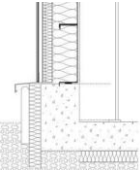
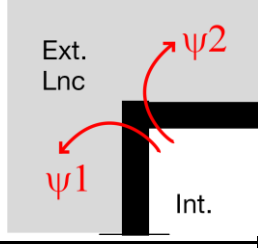
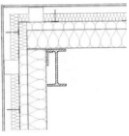
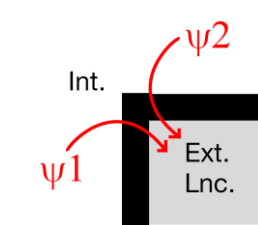
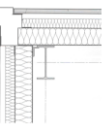
Caractéristiques globales	Coeff Uw (W/(m².K))	Facteur solaire menuiserie Sw
Fenetre DV alu	1.60	0,40
Fenetre DV alu avec film solaire	1.60	0,16
Portes	2.00	

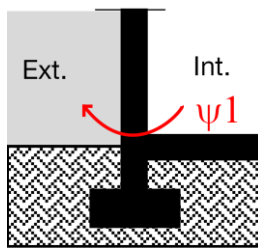
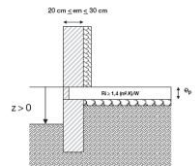
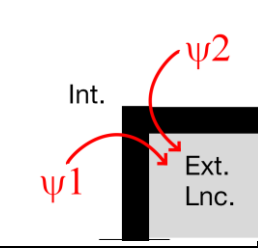
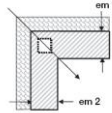
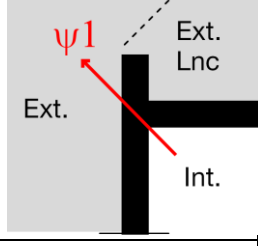
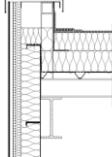
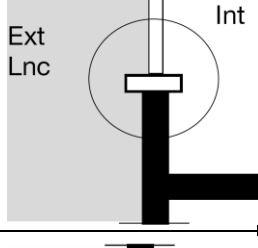
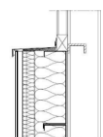
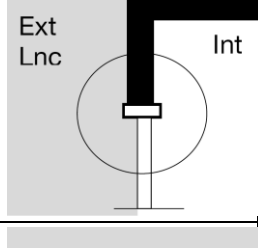
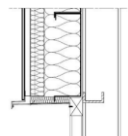
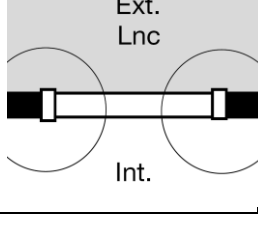
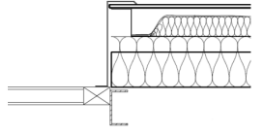
Étanchéité à l'air

L'étanchéité à l'air du bâtiment a été prise par défaut à 1.7 m³/h/ (m² surf dep.).

Ponts thermiques

Les ponts thermiques suivants ont été pris en compte :

Nom	Classif	Origine	ψ	ψ1	ψ2	ψ3		
OM 2.b.1-Liaison Bardage double peau/Toiture avec complément d'isolant le long de la costière	3.1	CSTB	0.4 0	0.4 0	0.0 0	0.0 0		
OM 2.a.2-Bardage sur longrine isolée par l'ext.	1.1	CSTB	0.1 8	0.1 8	0.0 0	0.0 0		
OM 2.c.4-Liaison Bardage/Bardage avec complément d'isolant - Lisse ?	4.1	CSTB	0.1 7	0.1 7	0.0 0	0.0 0		
OM 1.c.2-Liaison Bardage/Bardage - Angle rentrant	4.2	CSTB	0.4 7	0.4 7	0.0 0	0.0 0		

ITI 1.1.04-Mur maç. courante	1.1	CSTB	0.4 5	0.4 5	0.0 0	0.0 0		
ITI 4.2.2-Murs en maç. courante	4.2	CSTB	0.1 6	0.0 8	0.0 8	0.0 0		
OM 2.b.2-Liaison Bardage double peau/Toiture avec complément d'isolant le long de la costière et sur le bardage	3.1	CSTB	0.1 9	0.1 9	0.0 0	0.0 0		
OM 2.d.3-Appui avec complément d'isolant	5.1	CSTB	0.2 3	0.2 3	0.0 0	0.0 0		
OM 2.d.4-Linteau avec complément d'isolant	5.2	CSTB	0.1 1	0.1 1	0.0 0	0.0 0		
OM 2.d.5-Ebrasement sans complément d'isolant	5.3	CSTB	0.6 9	0.6 9	0.0 0	0.0 0		

5. SCENARIOS

Des scénarios ont été définis afin de refléter au mieux le fonctionnement futur du bâtiment.

■ Occupation des locaux

Le nombre d'occupant ainsi que les plages horaires d'occupation ont été validés par la maîtrise d'ouvrage et sont présentés dans les tableaux suivants :

NB : Un foisonnement a été effectué afin de prendre en compte une occupation évolutive plus réaliste qu'une occupation maximale toute la journée.

Nom du local : Salle de comportement A								
Type et nombre d'animaux : souris / n = 30								
Nombre d'occupants maximum : 3								
Périodes de vacances / inoccupation : week-end et jours fériés								
Heure	% d'occupation	Lundi %	Mardi %	Mercredi %	Jeudi %	Vendredi %	Samedi %	Dimanche %
0-8 h		0	0	0	0	0	0	0
8-9 h		50	50	50	50	50	0	0
9-12 h		100	100	100	100	100	0	0
12-14 h		0	0	0	0	0	0	0
14-19 h		100	100	100	100	100	0	0
19-20 h		50	50	50	50	50	0	0
20-24h		0	0	0	0	0	0	0

Nom du local : Salle de comportement B								
Type et nombre d'animaux : souris / n = 30								
Nombre d'occupants maximum : 3								
Périodes de vacances / inoccupation : week-end et jours fériés								
Heure	% d'occupation	Lundi %	Mardi %	Mercredi %	Jeudi %	Vendredi %	Samedi %	Dimanche %
0-8 h		0	0	0	0	0	0	0
8-9 h		50	50	50	50	50	0	0
9-12 h		100	100	100	100	100	0	0
12-14 h		0	0	0	0	0	0	0
14-19 h		100	100	100	100	100	0	0
19-20 h		50	50	50	50	50	0	0
20-24h		0	0	0	0	0	0	0

Nom du local : Expérimentation / Salle physio								
Type et nombre d'animaux : souris / n = 30								
Nombre d'occupants maximum : 4								
Périodes de vacances / inoccupation : week-end et jours fériés								
Heure	% d'occupation	Lundi %	Mardi %	Mercredi %	Jeudi %	Vendredi %	Samedi %	Dimanche %
0-8 h		0	0	0	0	0	0	0
8-9 h		50	50	50	50	50	0	0
9-12 h		100	100	100	100	100	0	0
12-14 h		0	0	0	0	0	0	0
14-19 h		100	100	100	100	100	0	0
19-20 h		50	50	50	50	50	0	0
20-24h		0	0	0	0	0	0	0

Nom du local : Souris hébergement 1 – ANI 01							
Type et nombre d'animaux : souris / n = 1000							
Nombre d'occupants maximum : 5							
Périodes de vacances / inoccupation : week-end et jours fériés							
% d'occupation	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Heure	%	%	%	%	%	%	%
0-8 h	0	0	0	0	0	0	0
8-9 h	50	50	50	50	50	0	0
9-12 h	100	100	100	100	100	0	0
12-14 h	0	0	0	0	0	0	0
14-19 h	100	100	100	100	100	0	0
19-20 h	50	50	50	50	50	0	0
20-24h	0	0	0	0	0	0	0

Nom du local : Souris hébergement 2 – ANI 02							
Type et nombre d'animaux : souris / n = 1000							
Nombre d'occupants maximum : 5							
Périodes de vacances / inoccupation : week-end et jours fériés							
% d'occupation	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Heure	%	%	%	%	%	%	%
0-8 h	0	0	0	0	0	0	0
8-9 h	50	50	50	50	50	0	0
9-12 h	100	100	100	100	100	0	0
12-14 h	0	0	0	0	0	0	0
14-19 h	100	100	100	100	100	0	0
19-20 h	50	50	50	50	50	0	0
20-24h	0	0	0	0	0	0	0

Nom du local : Génotype							
Type et nombre d'animaux : souris / n = 30							
Nombre d'occupants maximum : 5							
Périodes de vacances / inoccupation : week-end et jours fériés							
% d'occupation	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
Heure	%	%	%	%	%	%	%
0-8 h	0	0	0	0	0	0	0
8-9 h	50	50	50	50	50	0	0
9-12 h	100	100	100	100	100	0	0
12-14 h	0	0	0	0	0	0	0
14-19 h	100	100	100	100	100	0	0
19-20 h	50	50	50	50	50	0	0
20-24h	0	0	0	0	0	0	0

■ Consignes de températures

Une consigne à 19 °C a été pris en compte dans l'ensemble des locaux toute l'année.

L'étude du confort d'été a été simulée sans dispositif de refroidissement actif afin d'optimiser l'enveloppe et les dispositions passives sans recours à l'équipement énergétique.

Masques et occultations

Les masques induits par les débords de toits et le bâtiment existant ont été pris en compte.

Des volets roulants sont prévus sur l'ensemble des parois vitrées.

Pour l'étude du confort d'été, un scénario d'occultation a été pris en compte afin de mettre en avant les impacts de l'occultation des volets roulants. Les données d'entrée ont été fixées comme suit :

- Occultation à 50% de 10h à 18h à partir du mois mai jusqu'à fin septembre
- Occultation à 100% les week-end à partir du mois mai jusqu'à fin septembre

Ventilation

Bien que la ventilation soit associée à du process dans ce projet, afin de prendre en compte des déperditions par renouvellement d'air, des débits de ventilation couplés à une ventilation double flux ont été utilisés, comme suit :

Nom	CTA Double Flux	
Puissances ventilateur	Reprise : 0,11 Wh/m ³ , Soufflage : 0,11 Wh/m ³	
Rendement échangeur	Efficacité de l'échangeur : 80%	
By pass échangeur saison hiver	T ext : 26 °C	T int : 20 °C
By pass échangeur saison été	T ext : 20 °C	T int : 19 °C

Ces débits s'approchent de débits hygiéniques qui seraient mis en place dans le cas d'un bâtiment de bureaux. Ils ont été affectés pour un fonctionnement continue 100% du temps :

Local	Debit [m ³ /h]
Heberg souris 1	180
Heberg souris 2	180
Mat propre	30
Exp /Salle physio	150
Salle comportemt B	120
Salle observ	30
Salle comportemt A	120
Laverie	180
Déchets	60
Change	30
Circul	60
Exp 02 A	30
Genotype	150
Nourritures	60

Puissances dissipées

Les puissances dissipées dues à l'éclairage et à la présence d'humains et de souris ont été prises en compte, sur les périodes d'occupation, comme suit :

- 8 W/m² d'éclairage pour les locaux à occupation prolongés ;
- 4 W/m² d'éclairage pour les circulations et les autres locaux ;
- 80 W/humain ;
- 0,2 W/souris pour les pièces concernées (100% du temps)

6. SYNTHÈSE DES RESULTATS – BESOINS DE CHAUFFAGE

■ Base

Le tableau ci-après reprend les besoins de chauffage estimés (sans équipements process), la puissance maximale atteinte pour le chauffage sur la période de simulation ainsi que les apports solaires bruts.

Zone	Besoins chauffage		Puissance chauffage max	Apports solaires bruts
	(kWh)	(kWh/m ²)	(W)	(kWh)
Exp Salle physio	1016,7	42,5	841	318,2
Salle comportementale A	194,1	12,6	244	0
Salle comportementale B	324,4	21,4	319	0
Souris hébergement 1	16,9	0,4	201	0
Souris hébergement 2	8,9	0,3	152	0
Génotype	587,4	31,1	539	0
Circulations	505,9	8,5	470	308,1
Autres locaux	2923	42,6	1806	419,3
Laverie	1450	39,6	1354	4104,2
Local technique	0	0	0	46,4
Plenum	0	0	0	0
TOTAL	7027,2	22,2	5 776	5 196,2

Dans cette configuration, le besoin de chauffage atteint au global 22,20 kWh/m².

Une piste d'amélioration de l'enveloppe a été recherchée afin de baisser le besoin total sous les 20 kWh/m².

■ Optimisation 1 : résistances thermiques

Afin de baisser le besoin de chauffage, les résistances thermiques de l'extension ont été optimisées, comme suit :

Paroi	Compositions actuelles			Compositions améliorées		
	Type	Ep (cm)	R (m ² .K/W)	Type	Ep (m)	R (m ² .K/W)
Mur bas	Globalwall DPE 30 laine de roche	20	4,75	Globalwall DPE 30 laine de verre	20	5,6
Mur haut (plenum)	Globalwall IN 221 laine de roche	14	3,9	<i>Pas de changement</i>		
Plancher bas	PSE type Knauf Therm	10,5	3,18	PSE type Knauf Therm	12	3,64
Plancher haut	Panneau DAGARD	14	4,39	Panneau DAGARD	18	5,65
Toiture	Laine de roche classique	12	3	Laine de roche type Rockacier energy	14	4
Menuiseries ext	DV alu, Uw = 1,6 W/m ² .K			DV alu, Uw = 1,5 W/m ² .K		

Le tableau ci-après reprend les besoins de chauffage estimés (sans équipements process), la puissance maximale atteinte pour le chauffage sur la période de simulation.

Zone	Besoins chauffage		Puissance chauffage max
	(kWh)	(kWh/m ²)	(W)
Exp Salle physio	903,6	37,8	798
Salle comportementale A	172,8	11,2	232
Salle comportementale B	290,4	19,2	301
Souris hébergement 1	8,1	0,2	158
Souris hébergement 2	5,1	0,2	122
Génotype	546,3	28,9	517
Circulations	394,9	6,6	425
Autres locaux	2704	39,4	1704
Laverie	1234,2	33,7	1273
Local technique	0	0	0
Plenum	0	0	0
TOTAL	6259,4	19,8	5398

Cette solution permet d'abaisser le besoin de chauffage global à 19,8 kWh/m².

L'optimisation de l'enveloppe thermique a permis de diminuer le besoin de chauffage de 768 kWh, soit près de 11% de réduction sur l'année.

Ces modifications de composition seront intégrées pour la phase PRO.

7. SYNTHÈSE DES RESULTATS – CONFORT D'ÉTÉ

■ Optimisation 1 : résistances thermiques

En partant de la variante 1, le tableau ci-après reprend les températures minimales, moyennes et maximales observées pour chacun des espaces, en fonction des scénarios étudiés.

Zone	Température		
	Minimum (°C)	Moyenne (°C)	Maximum (°C)
Exp Salle physio	17,7	21,4	30,6
Salle comportementale A	19	21,6	28,9
Salle comportementale B	18,5	21,5	29,6
Souris hébergement 1	19	23	30,2
Souris hébergement 2	19	23,1	30,6
Génotype	18,2	21,6	30,3
Circulations	19	21,4	27,7
Autres locaux	18	21	27,9
Laverie	18,3	22,7	35,5
Local technique	4,6	17,3	30,4
Plenum	4,4	17,4	30,4

Dans la configuration actuelle (sans process ni protections solaires), les températures maximales atteignent 30°C sauf dans la laverie qui dépasse les 35°C.

La simulation suivante intègre l'utilisation des volets roulants afin d'estimer son impact sur la maîtrise des températures intérieures.

■ Optimisation 2 : protections solaires

Des protections solaires ont été appliquées comme suit :

- Fermeture des VR à 50 % de 10h à 18h de mai à septembre

Zone	Température		
	Minimum (°C)	Moyenne (°C)	Maximum (°C)
Exp Salle physio	16,8	21	29,5
Salle comportementale A	18,5	21,3	28,4
Salle comportementale B	17,7	21,2	29
Souris hébergement 1	19	22,5	29,3
Souris hébergement 2	19	22,8	30
Génotype	17,5	21,3	29,8
Circulations	18,7	20,9	26,9
Autres locaux	17,1	20,6	27,3
Laverie	16,4	21,1	28,9
Local technique	4,6	17,2	30,1
Plenum	4,4	17,3	30,2

Afin de maîtriser les apports solaires excédentaires en période estivale et limiter les consommations de refroidissement, **l'utilisation des volets roulants est nécessaire, notamment pour la laverie qui dispose d'éléments vitrés orientés sud-est.**

■ Optimisation 3 : ventilation plénum

Des aérations de 1m² chacune ont été placées sur les façades du mur haut afin de permettre une ventilation naturelle de ce volume. Un scénario d'ouverture de 22h à 7h du matin a été étudié sur la période estivale.

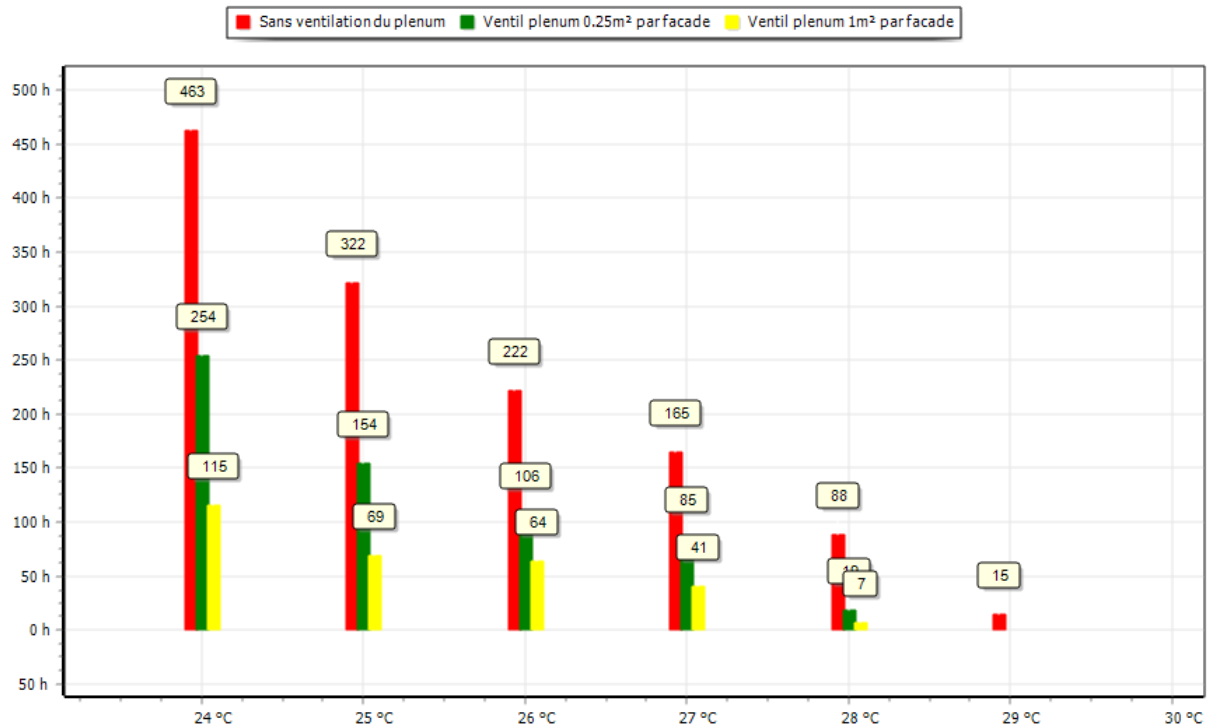
Zone	Température		
	Minimum (°C)	Moyenne (°C)	Maximum (°C)
Exp Salle physio	16,1	20,8	29,2
Salle comportementale A	17,8	21,1	28
Salle comportementale B	17	20,9	28,6
Souris hébergement 1	19	22,2	28,9
Souris hébergement 2	19	22,5	29,6
Génotype	16,6	21	29,3
Circulations	17,8	20,6	26,4
Autres locaux	16,4	20,4	26,8
Laverie	15,9	20,9	28,6
Local technique	4,2	16,2	29,4
Plenum	3,9	15,5	29,1

L'aération du plenum est nécessaire pour abaisser sensiblement les températures dans ce volume et limiter l'impact sur les locaux à occupation prolongée en dessous.

Dans cette configuration, toutes les températures intérieures maximales sont descendues sous les 30°C.

Le mode d'ouverture des ces aérations reste à définir. Un asservissement automatique pourrait être intéressant pour permettre une ouverture réglée sur horloge.

Le graphique ci-après montre l'impact sur les températures intérieures les plus chaudes du plenum entre les solutions sans ventilation naturelle, avec 0.25 m² d'ouverture et avec 1m² d'ouverture.



Une aération d'1m² par façade permet d'abaisser les températures sur plusieurs centaines d'heures dans l'année.

8. CONCLUSION

■ Performance énergétique – besoins de chauffage

L'analyse thermique de l'enveloppe révèle qu'un objectif de besoin $< 20 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{an}$ est possible (hors process) avec quelques améliorations sur les compositions prises en APD.

La phase PRO intégrera les compositions avec les résistances thermiques des isolants améliorées, comme suit :

Paroi	Compositions actuelles			Compositions améliorées		
	Type	Ep (cm)	R ($\text{m}^2\cdot\text{K/W}$)	Type	Ep (m)	R ($\text{m}^2\cdot\text{K/W}$)
Mur bas	Globalwall DPE 30 laine de roche	20	4,75	Globalwall DPE 30 laine de verre	20	5,6
Mur haut (plenum)	Globalwall IN 221 laine de roche	14	3,9	<i>Pas de changement</i>		
Plancher bas	PSE type Knauf Therm	10,5	3,18	PSE type Knauf Therm	12	3,64
Plancher haut	Panneau DAGARD	14	4,39	Panneau DAGARD	18	5,65
Toiture	Laine de roche classique	12	3	Laine de roche type Rockacier energy	14	4
Menuiseries ext	DV alu, $U_w = 1,6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$			DV alu, $U_w = 1,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$		

■ Confort d'été

Bien que des équipements énergétiques seront prévus pour refroidir les locaux, l'intérêt de cette étude et de mettre en avant des dispositions architecturales qui permettent de réduire leurs fonctionnements et donc les consommations associées.

L'étude du confort d'été de l'enveloppe a mis en avant l'importance des mesures suivantes :

1. Gestion du rayonnement solaire : utilisation des volets roulants en période estivale sur les façades exposées (laverie notamment)
2. Ventilation du plenum : intégration d'ouvertures d' 1m^2 sur les façades du plenum afin de permettre l'aération de ce volume. Un asservissement de ces ouvertures serait intéressant pour pouvoir définir d'une ouverture automatique en fonction de la température extérieure ou à minima de tranches horaires.