

Rénovation de bâtiments Enerphit

ILE DU SAULCY



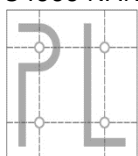
Maitre d'ouvrage :

UNIVERSITÉ DE LORRAINE
Direction du Patrimoine Immobilier
34 Cours Léopold
BP 25233
54052 NANCY CEDEX



Architecte :

PLAN LIBRE
5b, rue du Grand Rabbin Haguenauer
54000 NANCY



Bureau d'étude :

PLAN 9

5b, rue du Grand Rabbin Haguenauer
54000 NANCY



Table des matières

1	PROGRAMME	4
1.1	Présentation du programme	4
1.2	Données générales	4
1.2.1	Implantation du bâtiment sur le site et environnement proche.....	4
1.2.2	Insertion paysagère	9
1.2.3	Plan de masse.....	10
1.2.4	Plan du Niveau -1	11
1.2.5	Plan du Niveau 0.....	12
1.2.6	Plan du Niveau 1.....	13
1.2.7	Plan du Niveau 2.....	14
1.2.8	Plan du Niveau 3.....	15
1.2.9	Façade Ouest et Est	16
1.2.10	Façades Nord et Sud.....	17
1.2.11	Compacité du projet.....	18
1.3	Surfaces	18
1.4	Enveloppe.....	19
1.4.1	Parois.....	19
1.4.2	Menuiseries.....	24
1.4.3	Ponts thermiques	26
1.4.4	Etanchéité à l'air.....	35
1.5	Equipements	38
1.5.1	Installations de chauffage	38
1.5.2	Installations de refroidissement.....	38
1.5.3	Production d'eau chaude sanitaire	38
1.5.4	Ventilation et auxiliaires.....	39
1.5.5	Eclairage	42
1.5.6	Electricité spécifique	45
1.5.7	Comptage	45
2	Calculs par la méthode PHPP	46
2.1.1	Pour les bâtiments non résidentiels :	46
2.1.2	Spécificités du projet.....	46
2.2	Calcul des déperditions du bâtiment	47
2.3	Calculs des besoins de chauffage	49
2.4	Consommation théorique du bâtiment	49
2.5	Détail des scénarios traités	50
2.5.1	Résultats.....	53
2.6	Simulation confort d'été	54
2.6.1	Synthèse des résultats.....	55

2.6.2	Occupation 250 personnes.....	56
3	Calcul réglementaire (RT 2005 Ex)	58
4	Conclusion	58

1 PROGRAMME

La présente notice vise à lister selon les objectifs en matière de performance énergétique que s'est fixé le maître d'ouvrage, les différents points cruciaux nécessaires pour atteindre le standard Enerphit. Pour cette phase les produits d'isolation, les techniques possibles et les choix devront faire l'objet d'arbitrage.

1.1 Présentation du programme

Rappel des objectifs performanciel de l'opération :

Rénovation globale visant les performances au niveau passif.

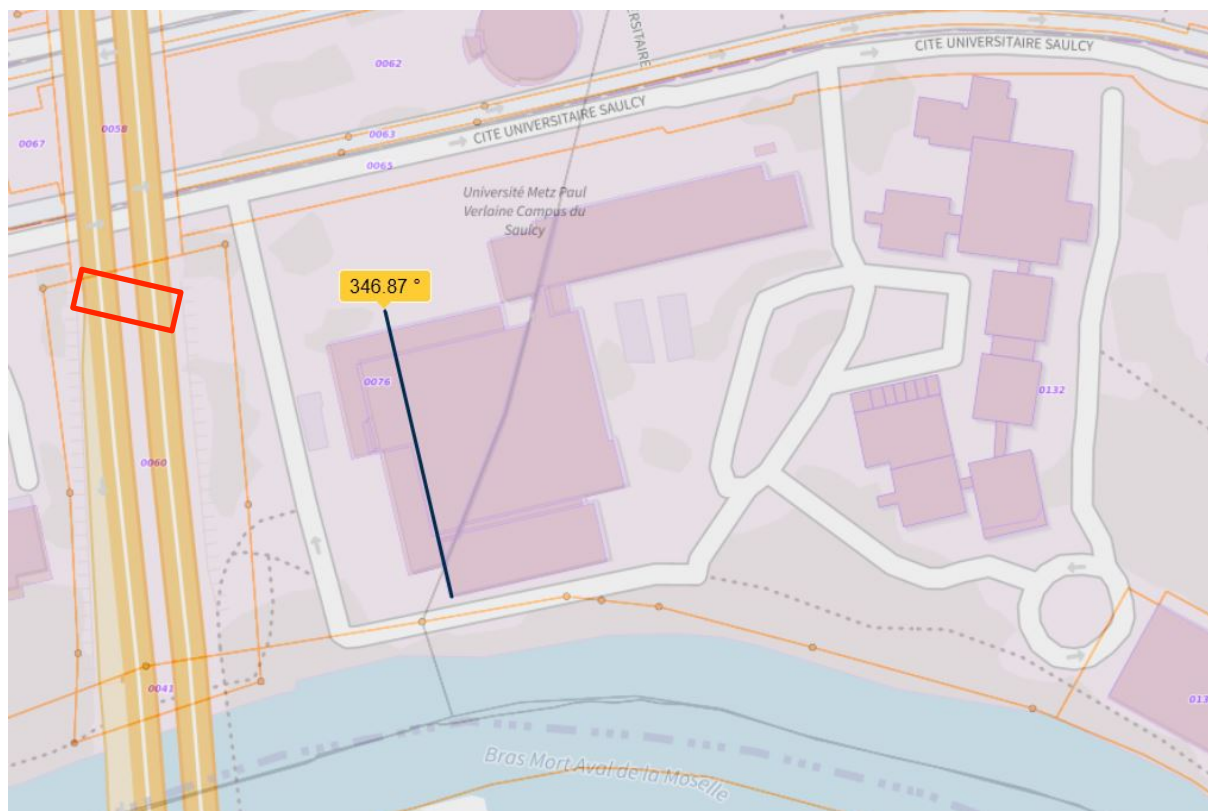
Pour cela, l'ensemble des travaux ci-dessus sont à réaliser :

- Isolation par l'extérieur visant un $R \text{ total} = 7,50 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Isolation des toitures visant un $R \text{ total} = 9,00 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Suppression des verrières existantes, lorsque possible et en accord avec l'utilisateur.
- Isolation des sous faces de dalle en vide sanitaire quand il existe
- Traitement de tous les ponts thermiques de liaison au sol
- Changement des menuiseries et châssis fixes (y compris portes donnant sur extérieur) existante pour pose de menuiserie performante triple vitrage posée en applique extérieur (intégrées à l'isolant) avec mise en place de protection solaire adaptées sur face extérieur du vitrage à 100%.
- Mise en place d'une solution de ventilation double flux centralisé (par étage ou par bâtiment) et régulé sur GTC selon standard GTC/régulation en vigueur à l'UL (architecture réseau imposée, architecture matérielle en cohérence avec l'existant sur site, niveau de fonctionnalité imposé, imagerie intégrée sur la GTC du site) pour gestion de l'air hygiénique (sur CO_2) et du confort d'été par freecooling. Une attention particulière sera apportée quant à la bonne accessibilité des équipements pour leur exploitation-maintenance tout en garantissant une bonne accessibilité pour la maintenance des toitures. Les moyens d'accès sont à inclure dans les travaux. Les équipements CVC seront dans les bâtiments ou abrités en extérieur.

1.2 Données générales

1.2.1 Implantation du bâtiment sur le site et environnement proche

Le bâtiment implanté dans l'enceinte du site de l'IUT présente certains masques pris en compte dans les simulations :



Plan orienté au Nord en haut de la page

La taille du site avec un bâtiment atelier qui présente une surface extérieure très importante et un traitement récent du désenfumage ne permet pas l'atteinte des critères passifs de manière à être intégré dans les études.

Parties de bâtiments en contact avec le Bâtiment GMP :



Bureaux Nord et Ouest



Vue sur le bâtiment Atelier en toiture



Vue intérieure du bâtiment Atelier



Vue intérieure du bâtiment Formation , côté Ouest

Les études sont menées sur le bâtiment GMP seul avec la mise en œuvre du principe développé sur l'ensemble du site.

Il sera potentiellement réalisable sur n'importe quel site de l'université.

Afin de permettre une vue d'ensemble du site avec une rénovation, seul le bâtiment GMP est modélisé.

Celui-ci est orienté Nord Sud avec un masque à prendre en compte du fait de la présence d'arbres à feuilles caduques présents de l'autre côté de la route et entre celle-ci et le bras mort de la Moselle.

La façade qui présente une animation en pointe de diamant inversée caractéristique présente des difficultés pour avoir une approche en isolation thermique par l'extérieure (ITE) classique.

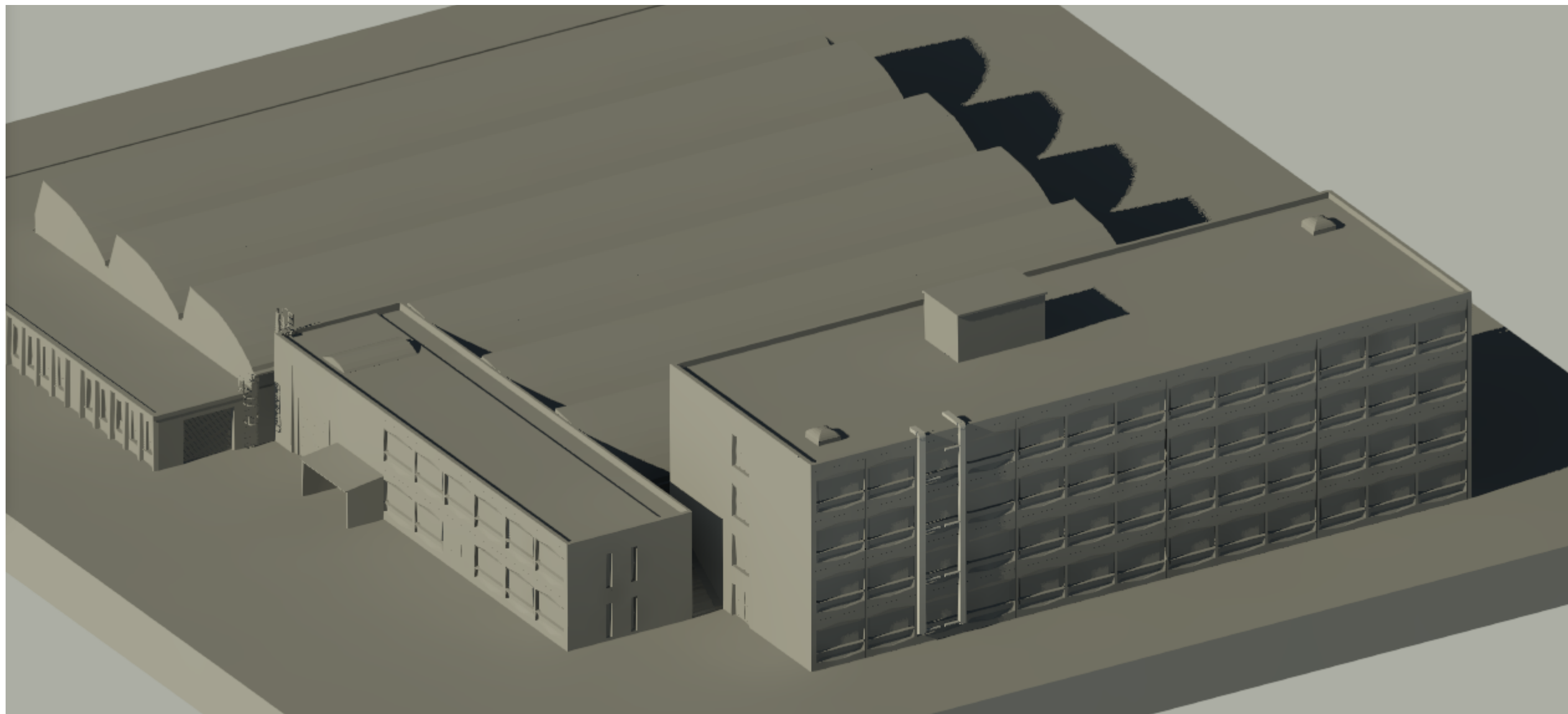


Vue sur le sud du bâtiment GMP



Vue sur le Nord du bâtiment GMP et liaison vers ateliers

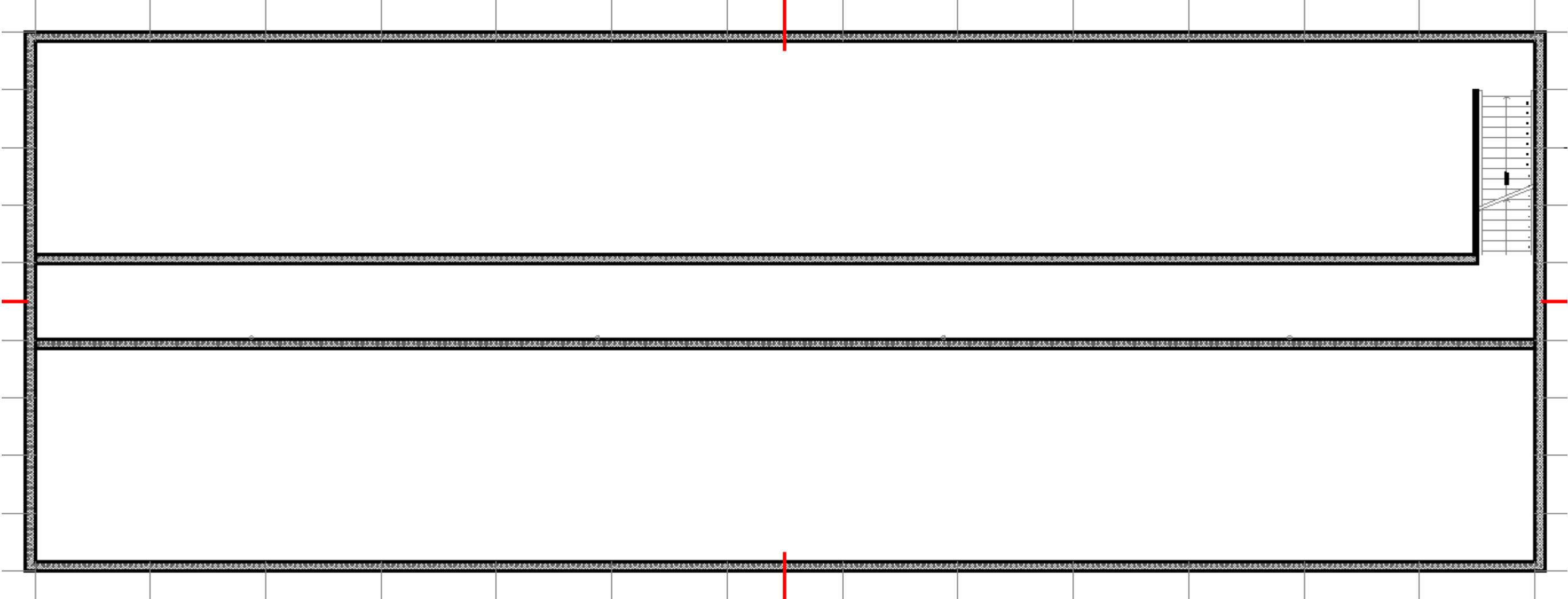
1.2.2 Insertion paysagère



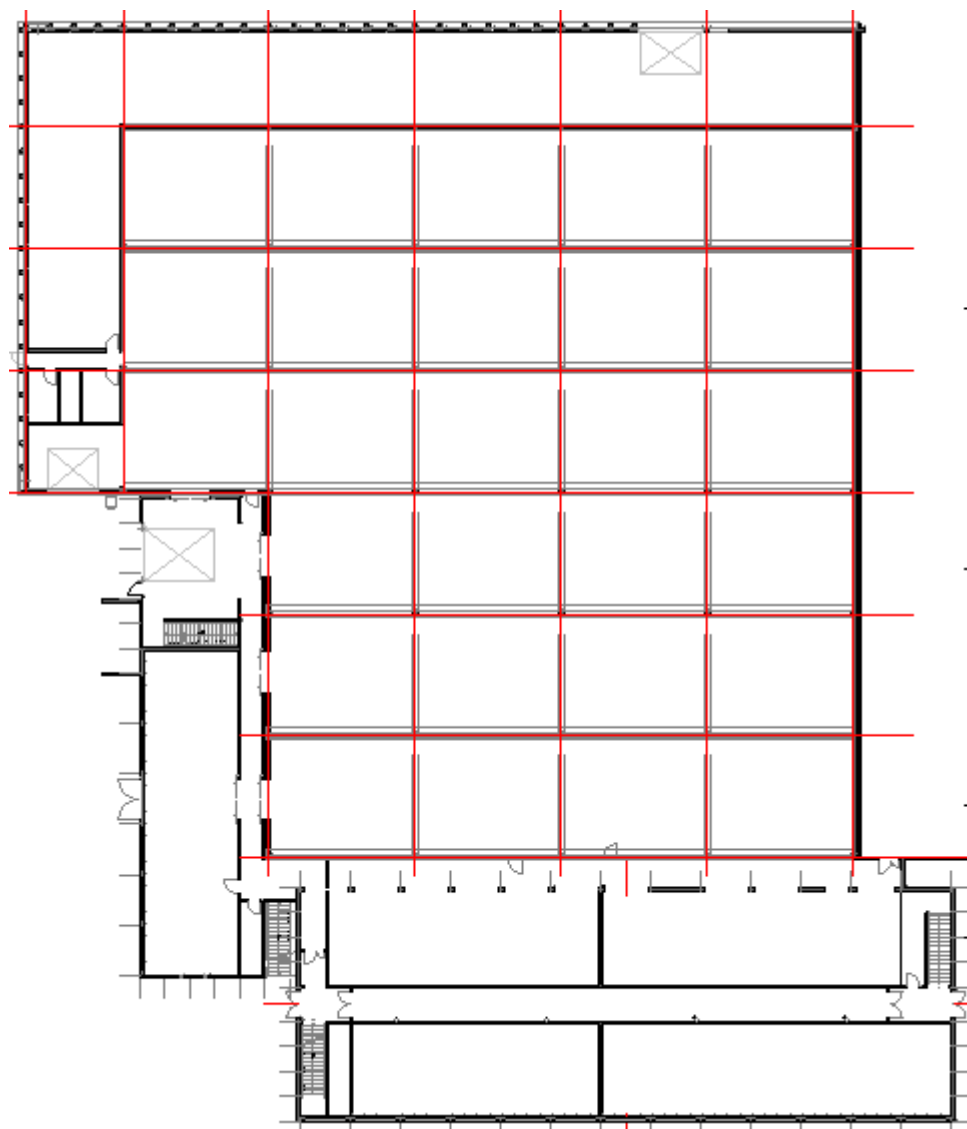
Vue paysagère

1.2.3 Plan de masse

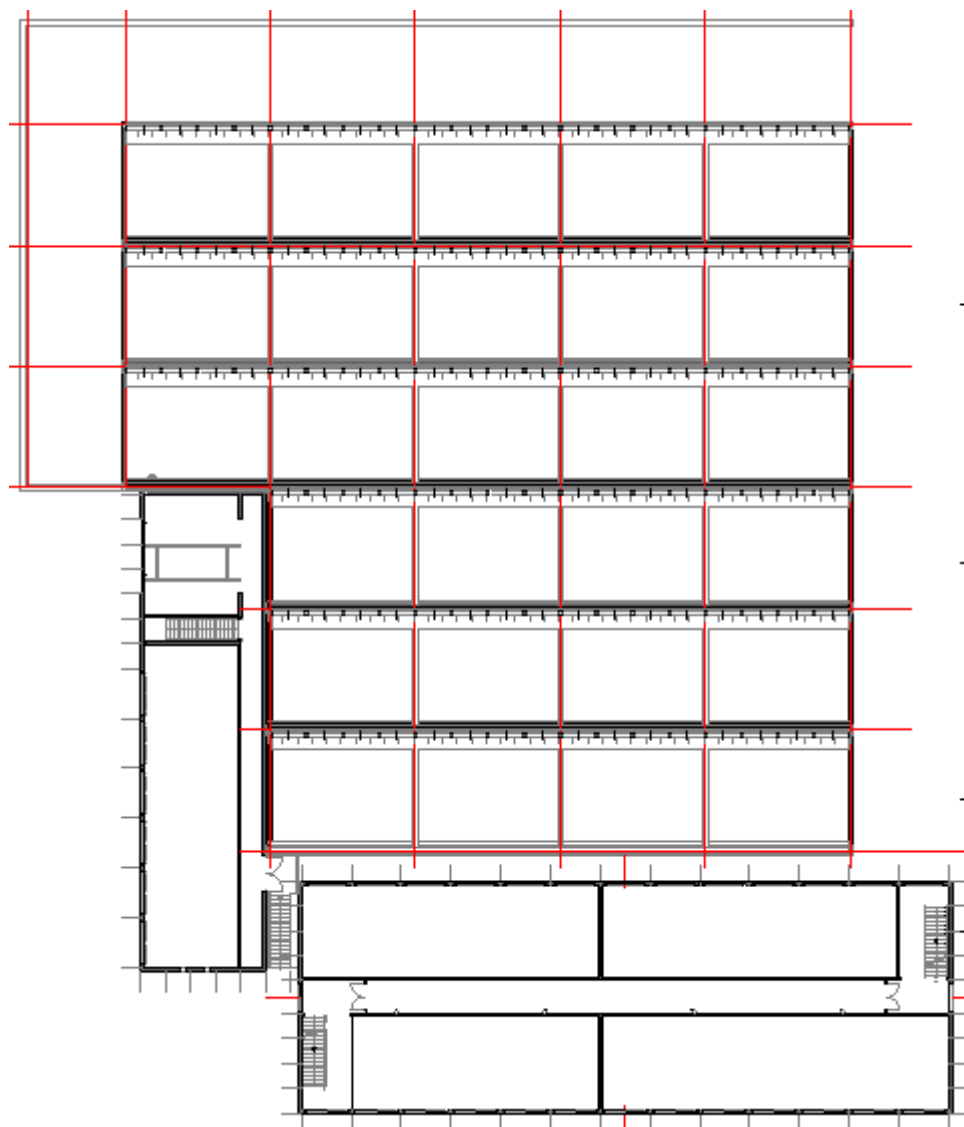
1.2.4 Plan du Niveau -1



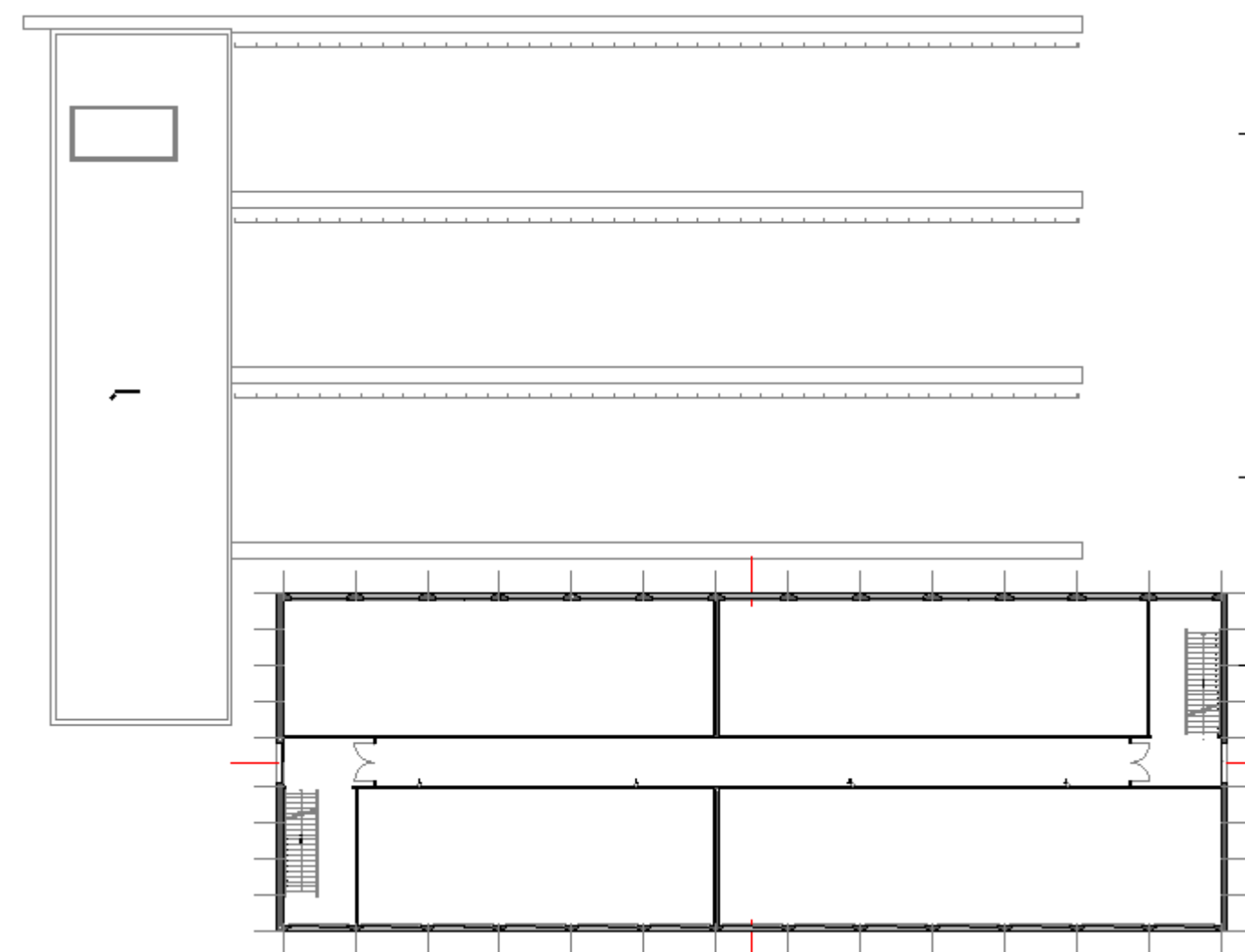
1.2.5 Plan du Niveau 0



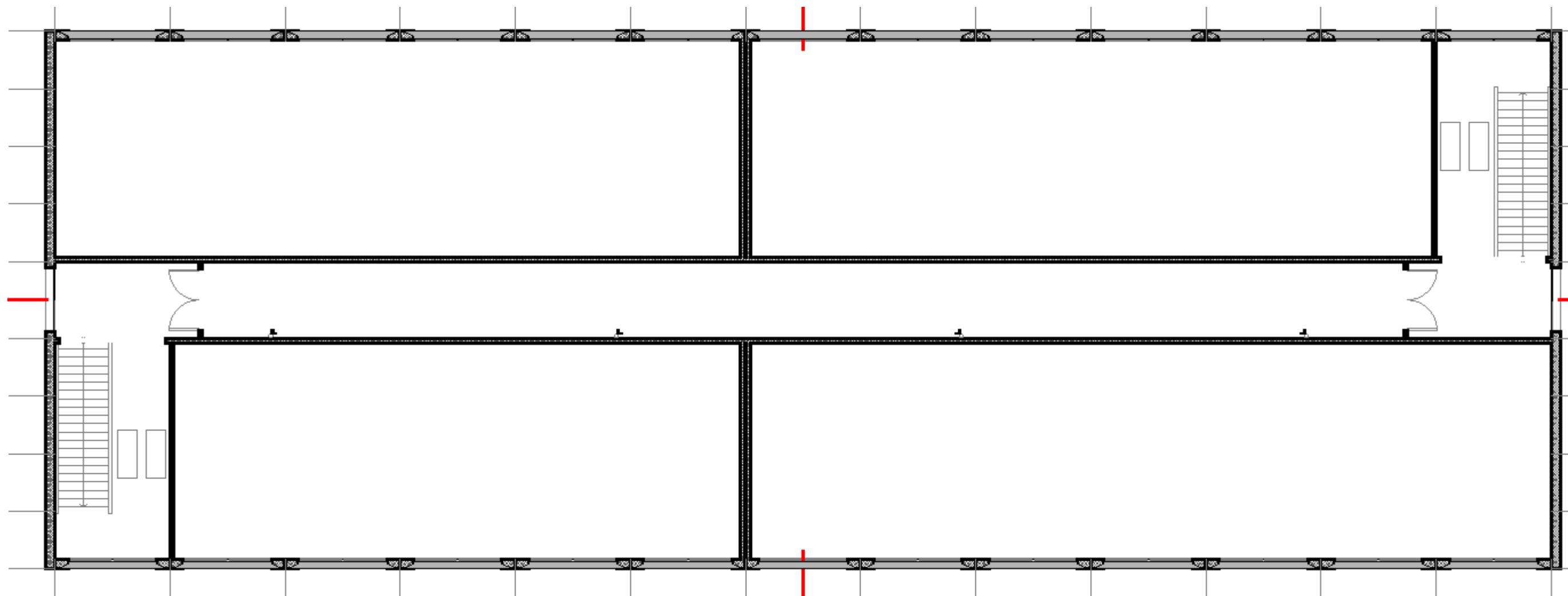
1.2.6 Plan du Niveau 1



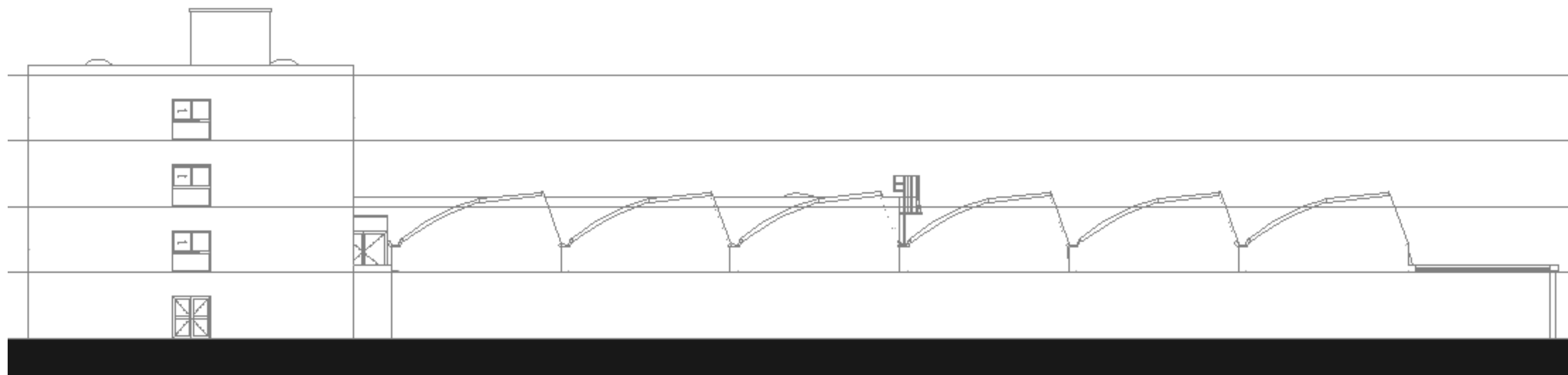
1.2.7 Plan du Niveau 2



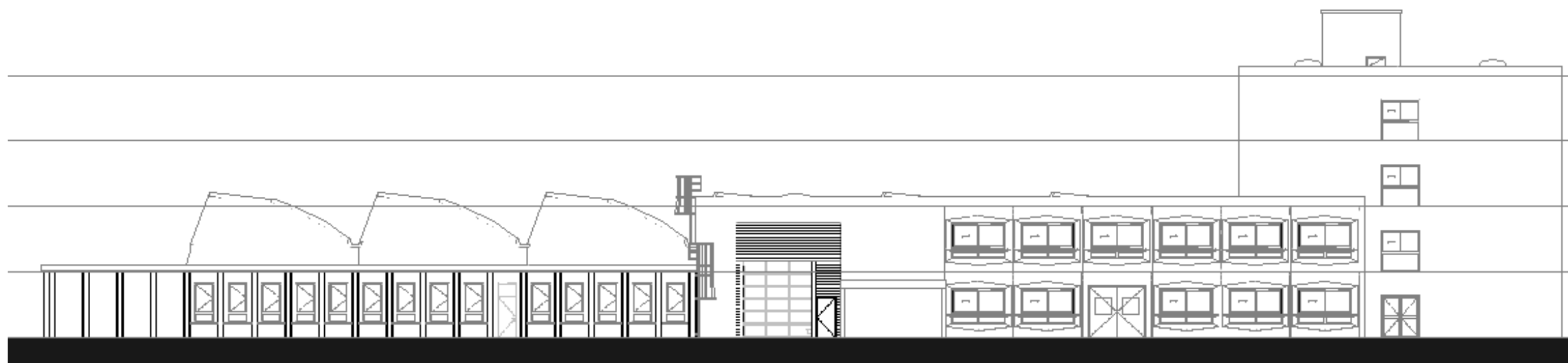
1.2.8 Plan du Niveau 3



1.2.9 Façade Ouest et Est

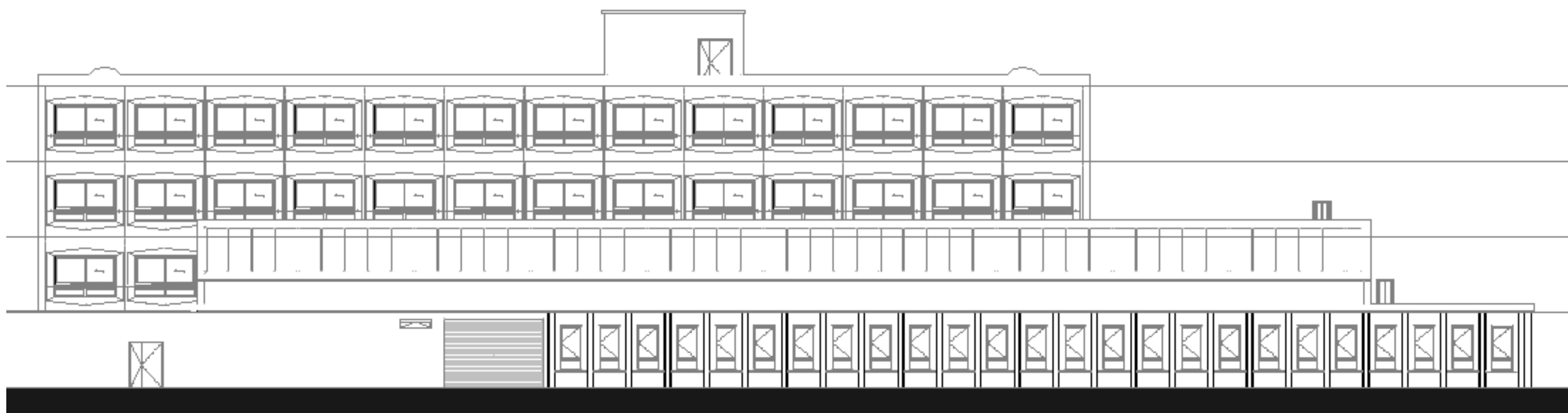


Façade Est

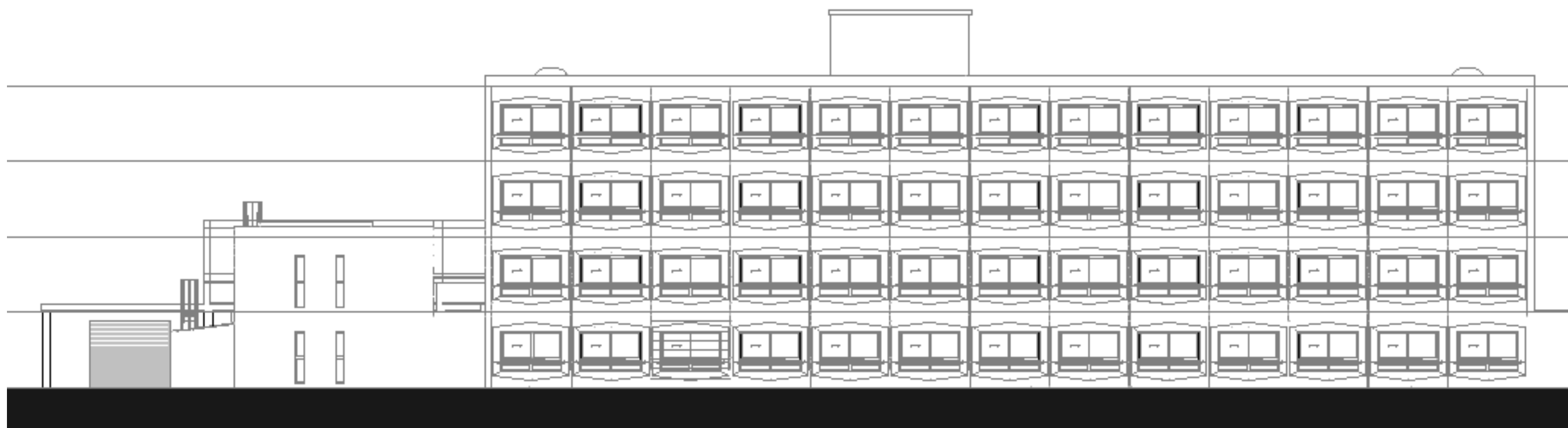


Façade Ouest

1.2.10 Façades Nord et Sud



Façade Nord



Façade Sud

L'ensemble des Plans et détails sont en ANNEXE 1

1.2.11 Compacité du projet

Calcul de compacité

Le projet de l'iut est relativement compact, avec un facteur de compacité $C = Sp / SRE$ de 1.3

Note : SRE = Surface de Référence Energétique (d'après PHPP) soit 2 672 m².

Sp = Surface extérieure des parois = 3 556 m² (y compris sol)

Compacité = $3556/2672 = 1.3$

1.3 Surfaces

	Pièce	Surface (m ²)					Volume
	SHAB	2881	SRE	2672	m²	Vn50	7200

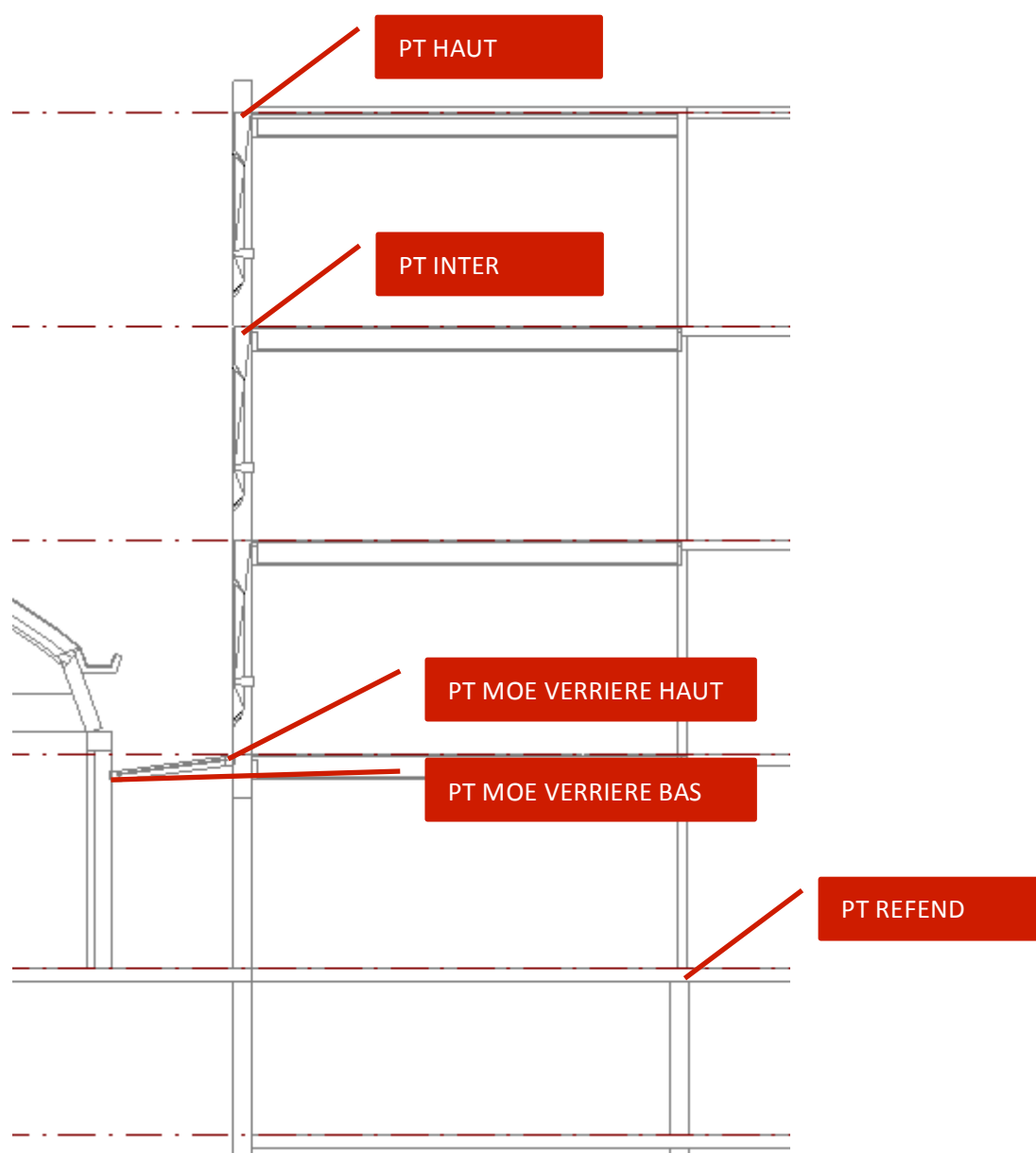
1.4 Enveloppe

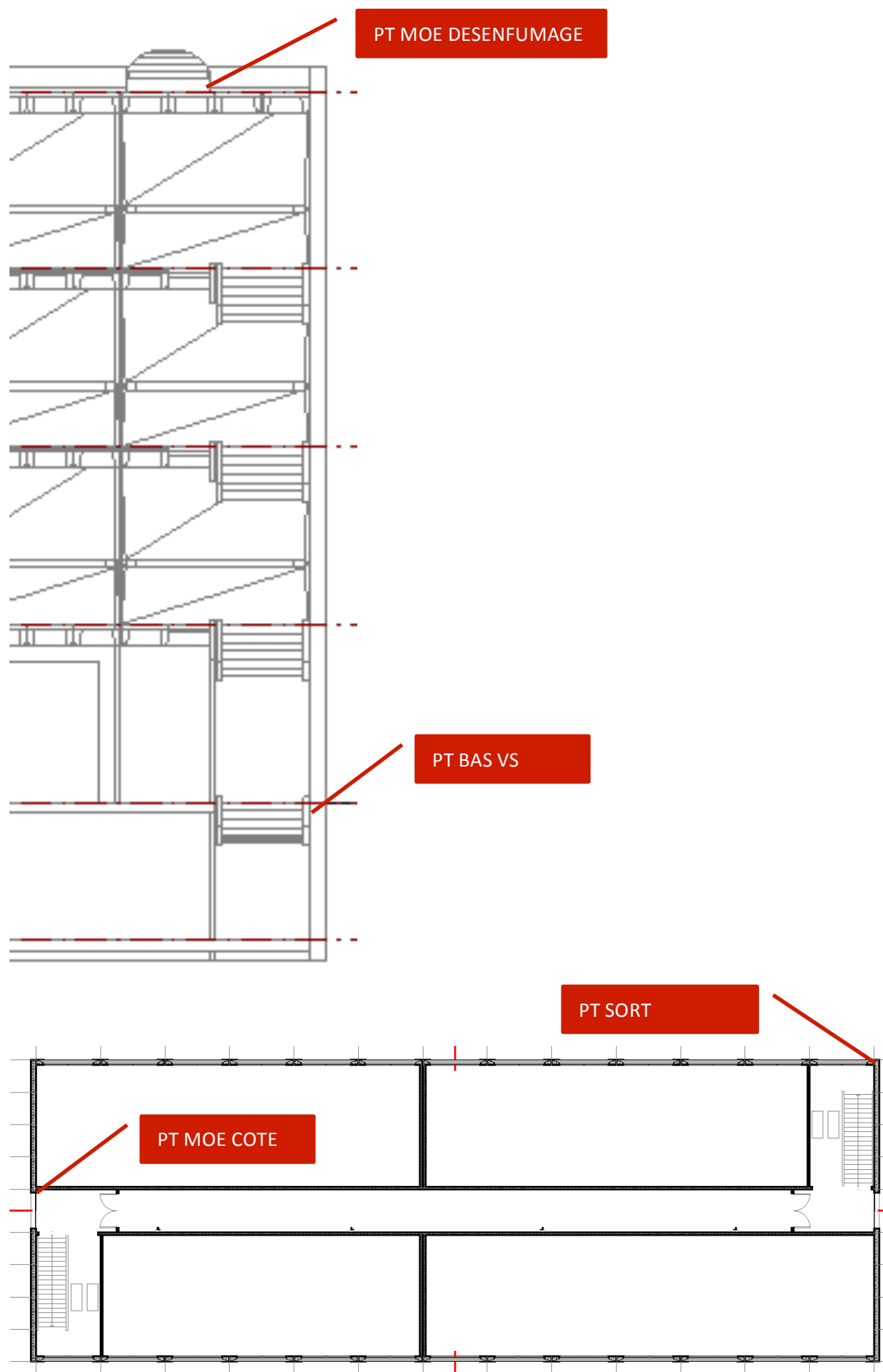
1.4.1 Parois

Nr. de la paroi	Description de la paroi					Isolation intérieure?
01ud	Murs extérieurs					
Résistance superficielle [$\text{m}^2\text{K/W}$]						
Orientation de la paroi		intérieure R_{si} :		0.13		
Adjacent à		extérieure R_{se} :		0.04		
2-mur		1-air extéri				
Section 1	$\lambda_{[W/(mK)]}$	Section 2 (optionnelle)	$\lambda_{[W/(mK)]}$	Section 3 (optionnelle)	$\lambda_{[W/(mK)]}$	Epaisseur [mm]
Enduit	0.320					20
Béton	2.000					40
Air	0.110					20
ITE	0.040	BOIS	0.130			250
LDR	0.035					30
Pourcentage de surface de la section 1		Pourcentage de surface de la section 2		Pourcentage de surface de la section 3		Total
92%		8.0%				36.0 cm
Majoration de la valeur U				Valeur U : 0.149 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$		

Nr. de la paroi	Description de la paroi					Isolation intérieure?
02ud	Toiture					
Résistance superficielle [$\text{m}^2\text{K/W}$]						
Orientation des parois		intérieure R_{si} :		0.10		
Adjacent à		extérieure R_{se} :		0.04		
1-toit		1-air extéri				
Section 1	$\lambda_{[W/(mK)]}$	Section 2 (optionnelle)	$\lambda_{[W/(mK)]}$	Section 3 (optionnelle)	$\lambda_{[W/(mK)]}$	Epaisseur [mm]
Béton	2.000					200
ISOL EXISTANT	0.040					100
TH36	0.036					160
Pourcentage de surface de la section 1		Pourcentage de surface de la section 2		Pourcentage de surface de la section 3		Total
100%						46.0 cm
Majoration de la valeur U				Valeur U : 0.139 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$		

Détails des parois et position des ponts thermiques :





Prise en compte des parois internes pour l'inertie des pièces dans la simulation : il est pris en compte 5 parois lourdes, les plafonds ayant des faux plafonds dans toutes les salles de cours.

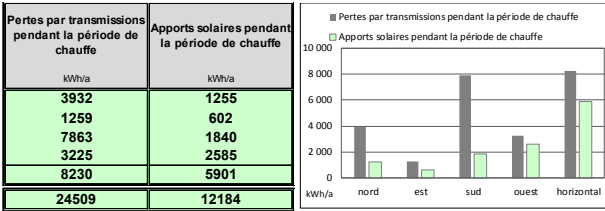
1.4.2 Menuiseries

Degrés-heures de chauffage [kKh/an]: 65.1					Dimensions brutes de la baie		Montage	Vitrage	Châssis	EnerPHit	Facteur solaire (valeur g)	Valeur U	ψ- intercalaire	Liaison avec paroi valeur personnelle pour Ψ _{liaison avec la paroi} OU "1": Ψ _{liaison avec la paroi} à partir de la feuille "Composants" "0": adjacente à une autre fenêtre				Résultats					
Nombr e	Description	Ecart par rapport à l'orientation nord	Inclinaison par rapport à l'horizontale	Orientation	Largeur	Hauteur	Sélection de la feuille "Surfaces"	Sélection de la feuille "Composants"	Sélection de la feuille "Composants"	Exceptions	Rayonne- nt perpendicu- laire	Vitrage	Châssis (moyenne)	Ψ _{intercalaire} (moyen)	gauche	droite	bas	haut	Ψ _{liaison avec paroi} (moyenne)	Surface de fenêtre	Surface de vitrage	U _v mise en oeuvre	Clair de vitrage par fenêtre
		°	°		m	m		1-Tri: COMME LISTE	1-Tri: COMME LISTE	Cocher	-	Wl(m²K)	Wl(m²K)	Wl(mK)	Wl(mK) respectivement 1/0				Wl(mK)	m²	m²	Wl(m²K)	%
40	FEN RDC NORD G	0	8	horizontal	1.000	1.900	28-TOIT INCL RDC	04ud-VARIANT 16T	02ud-VERRIERE FIXE		0.52	0.88	1.50	0.047	1	0	0	1	0.314	76.0	64.80	1.58	85%
13	FEN R+1 NORD G	-15	90	nord	1.000	1.320	7-MUR NORD R+1	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	1	0	1	1	0.048	17.2	10.72	0.88	62%
13	FEN R+2 NORD G	-15	90	nord	1.000	1.320	12-MUR NORD R+2	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	1	0	1	1	0.048	17.2	10.72	0.88	62%
13	FEN R+3 NORD G	255	90	ouest	1.000	1.320	19-MUR OUEST R+3	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	1	0	1	1	0.048	17.2	10.72	0.88	62%
0	FEN RDC NORD D	-15	90	nord	1.000	1.320	2-MUR NORD RDC	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	0	1	1	1	0.048				
13	FEN R+1 NORD D	-15	90	nord	1.000	1.320	7-MUR NORD R+1	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	0	1	1	1	0.048	17.2	10.72	0.88	62%
13	FEN R+2 NORD D	-15	90	nord	1.000	1.320	12-MUR NORD R+2	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	0	1	1	1	0.048	17.2	10.72	0.88	62%
13	FEN R+3 NORD D	255	90	ouest	1.000	1.320	19-MUR OUEST R+3	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	0	1	1	1	0.048	17.2	10.72	0.88	62%
1	PORTE RDC EST G	75	90	est	1.000	2.100	3-MUR EST RDC	02ud-DV 1.0 g 0.6	07ud-Porte Acier		0.60	1.00	3.00	0.080	1	0	1	1	0.150	2.1	1.41	2.15	67%
1	FEN R+1 EST G	75	90	est	1.000	2.100	8-MUR EST R+1	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	1	0	1	1	0.044	2.1	1.42	0.82	68%
1	FEN R+2 EST G	75	90	est	1.000	2.100	13-MUR ESTR+2	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	1	0	1	1	0.044	2.1	1.42	0.82	68%
1	FEN R+3 EST G	75	90	est	1.000	2.100	17-MUR EST R+3	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	1	0	1	1	0.044	2.1	1.42	0.82	68%
1	PORTE RDC EST D	75	90	est	1.000	2.100	3-MUR EST RDC	02ud-DV 1.0 g 0.6	07ud-Porte Acier		0.60	1.00	3.00	0.080	0	1	1	1	0.150	2.1	1.41	2.15	67%
1	FEN R+1 EST D	75	90	est	1.000	2.100	8-MUR EST R+1	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	0	1	1	1	0.044	2.1	1.42	0.82	68%
1	FEN R+2 EST D	75	90	est	1.000	2.100	13-MUR ESTR+2	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	0	1	1	1	0.044	2.1	1.42	0.82	68%
1	FEN R+3 EST D	75	90	est	1.000	2.100	17-MUR EST R+3	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	0	1	1	1	0.044	2.1	1.42	0.82	68%
13	FEN RDC SUD G	165	90	sud	1.000	1.320	4-MUR SUD RDC	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	1	0	1	1	0.048	17.2	10.72	0.88	62%
13	FEN R+1 SUD G	165	90	sud	1.000	1.320	9-MUR SUD R+1	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	1	0	1	1	0.048	17.2	10.72	0.88	62%
13	FEN R+2 SUD G	165	90	sud	1.000	1.320	14-MUR SUD R+2	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	1	0	1	1	0.048	17.2	10.72	0.88	62%
13	FEN R+3 SUD G	165	90	sud	1.000	1.320	18-MUR SUD R+3	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	1	0	1	1	0.048	17.2	10.72	0.88	62%
13	FEN RDC SUD D	165	90	sud	1.000	1.320	4-MUR SUD RDC	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	0	1	1	1	0.048	17.2	10.72	0.88	62%
13	FEN R+1 SUD D	165	90	sud	1.000	1.320	9-MUR SUD R+1	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	0	1	1	1	0.048	17.2	10.72	0.88	62%
13	FEN R+2 SUD D	165	90	sud	1.000	1.320	14-MUR SUD R+2	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	0	1	1	1	0.048	17.2	10.72	0.88	62%
13	FEN R+3 SUD D	165	90	sud	1.000	1.320	18-MUR SUD R+3	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	0	1	1	1	0.048	17.2	10.72	0.88	62%
1	PORTE RDC OUEST G	255	90	ouest	1.000	2.100	5-MUR OUEST RDC	02ud-DV 1.0 g 0.6	07ud-Porte Acier		0.60	1.00	3.00	0.080	1	0	1	1	0.150	2.1	1.41	2.15	67%
1	FEN R+1 OUEST G	255	90	ouest	1.000	2.100	10-MUR OUEST R+1	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	1	0	1	1	0.044	2.1	1.42	0.82	68%
1	FEN R+2 OUEST G	255	90	ouest	1.000	2.100	15-MUR OUEST R+2	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	1	0	1	1	0.044	2.1	1.42	0.82	68%
1	FEN R+3 OUEST G	255	90	ouest	1.000	2.100	19-MUR OUEST R+3	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	1	0	1	1	0.044	2.1	1.42	0.82	68%
1	PORTE RDC OUEST D	255	90	ouest	1.000	2.100	5-MUR OUEST RDC	02ud-DV 1.0 g 0.6	07ud-Porte Acier		0.60	1.00	3.00	0.080	0	1	1	1	0.150	2.1	1.41	2.15	67%
1	FEN R+1 OUEST D	255	90	ouest	1.000	2.100	10-MUR OUEST R+1	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	0	1	1	1	0.044	2.1	1.42	0.82	68%
1	FEN R+2 OUEST D	255	90	ouest	1.000	2.100	15-MUR OUEST R+2	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	0	1	1	1	0.044	2.1	1.42	0.82	68%
1	FEN R+3 OUEST D	255	90	ouest	1.000	2.100	19-MUR OUEST R+3	03ud-Ug 0.55 g 0.50	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm		0.50	0.55	0.93	0.024	0	1	1	1	0.044	2.1	1.42	0.82	68%
2	DESENFUMAGE	192	0	horizontal	1.200	1.200	20-TOITURE	07ud-Ug 0.61 g0.36	16ud-Desenfumage		0.36	0.61	3.50	0.043	1	1	1	1	0.081	2.9	1.79	2.09	62%

Tab 3. Tableau répartition des menuiseries

L'ensemble des menuiseries posséderont un certificat PHI et leur mis en œuvre est conforme à la gestion de la performance énergétique, le bilan énergétique des ouvrants mis en place est le suivant :

Orientation des surfaces des fenêtres	Rayonnement global (directions principales)	Ombrages	Facteur de salissure	Rayonnement incident non perpendiculaire	Clair de vitrage	Facteur solaire (valeur g)	Facteur de réduction du rayonnement	Surface des fenêtres	Valeur U des fenêtres	Surface de vitrage	Rayonnement global moyen	
Valeur standard →	kWh/(m²a)	0.75	0.95	0.85				m²	W/(m²K)	m²	kWh/(m²a)	
nord	87	0.79	0.95	0.85	0.62	0.50	0.40	68.64	0.88	42.87	92	nord
est	198	0.78	0.95	0.85	0.68	0.52	0.42	16.80	1.15	11.34	161	est
sud	390	0.14	0.95	0.85	0.62	0.50	0.07	137.28	0.88	85.75	381	sud
ouest	210	0.76	0.95	0.85	0.64	0.51	0.40	51.12	0.97	32.78	252	ouest
horizontal	302	0.80	0.95	0.85	0.84	0.52	0.54	78.88	1.60	66.59	266	horizontal
Somme ou moyenne sur toutes les fenêtres						0.51	0.30	352.72	1.07	239.33	13%	



1.4.3 Ponts thermiques

Saisie des ponts thermiques										
N° PT	Dénomination des ponts thermiques	N° groupe	Attribution au groupe	Quantité	x (	Longueur [m]	-	Longueur à déduire [m]	)=	Saisie du coefficient de pont thermique ψ [W/(mK)]
1	PT BAS	16	Pont thermique périmètre	1	x (	128.40	-		)=	128.40
2	PT HAUT	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	128.40	-		)=	128.40
3	PT SORT	15	Pont thermique air extérieur	4	x (	13.90	-		)=	55.60
4	PT SORT EDICULE	15	Pont thermique air extérieur	4	x (	3.30	-		)=	13.20
5	PT INTER RDC/R+1	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	128.40	-		)=	128.40
6	PT INTER R+1/R+2	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	128.40	-		)=	128.40
7	PT INTER R+2/R+3	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	128.40	-		)=	128.40
8	PT REFEND SOUS SOL LONG	17	Pont thermique dalle sur sol/pla	2	x (	47.40	-		)=	94.80
9	PT INTER RDC TOIT HAUT NORD	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	47.40	-		)=	47.40
10	PT INTER RDC TOIT BAS NORD	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	47.40	-		)=	47.40
11	PT REFEND SS LARGEUR	17	Pont thermique dalle sur sol/pla	12	x (	6.80	-		)=	81.60
12	PT ESCALIER OUEST	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	10.00	-		)=	10.00
13	PT ASCENSEUR NOUVEAU	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	28.00	-		)=	28.00

Tab 5. Détails des ponts thermiques

Justification des ponts thermiques :

Les différents ponts thermiques sont estimés sur la base de la littérature issue du catalogue suisse Minergie ou de l'IPHA. Nous avons pris en compte un mur en béton isolé par l'extérieur pour obtenir une isolation de 0.18 et une toiture isolée également par l'extérieur. Des majorations sont appliquées pour le béton, l'épaisseur de la dalle ou des minoration pour tenir compte de la mise en place d'un système de fixation ou d'une isolation plus basse en soubassement.

Les ponts thermiques seront évalués numériquement dans la prochaine phase une fois les détails avancés.

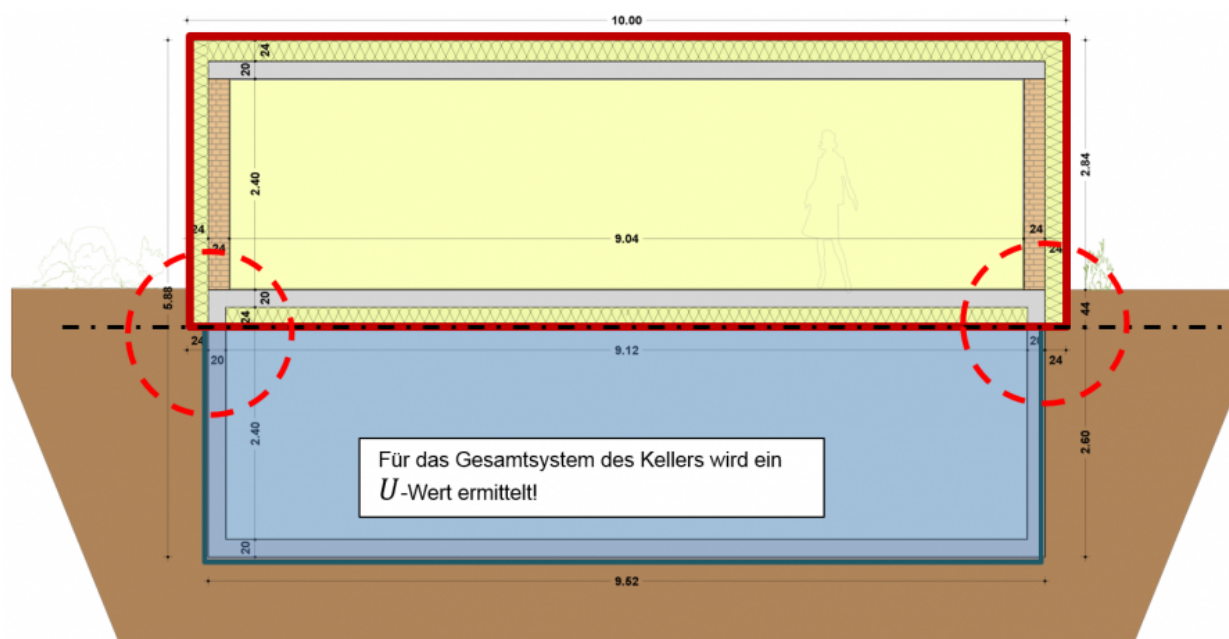
Les scénarios vont dans le sens d'une optimisation complète des ponts thermiques.

Pont thermique Bas :

Dans les bilans énergétiques, le sous-sol non chauffé n'est pas pris en compte dans la surface de plancher traitée, mais il représente une résistance de transfert thermique supplémentaire entre l'espace intérieur chauffé et l'air extérieur.

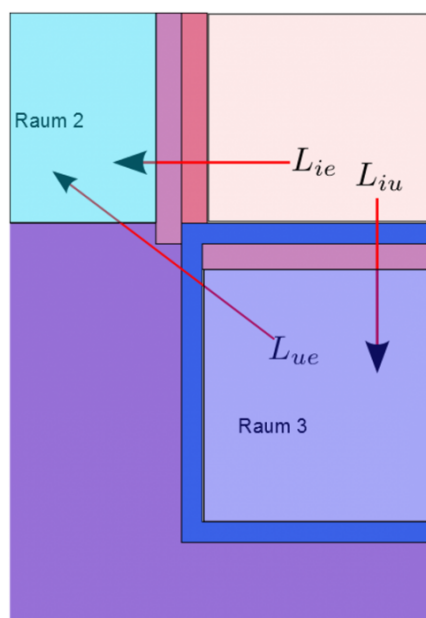
Selon EN 13370, la valeur U du sol sur local non chauffé est décrite par la relation suivante :

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{A}{(A \cdot U_{bf}) + (z \cdot P \cdot U_{bw}) + (h \cdot P \cdot U_w) + (0,33 \cdot n \cdot V)}$$



Uf est la résistance au transfert de chaleur du plafond du sous-sol. Ubf et Ubw sont les valeurs U de la dalle du sous-sol et du mur du sous-sol respectivement et sont basées à leur tour sur la fonction d'approximation de la norme pour la prise en compte du sol. La ventilation du sous-sol est également prise en compte.

Deux méthodes peuvent être proposées : celle issue de la norme et une méthode alternative proposée par le Passivhaus Institut (protocole 27) et qui nous permettra dans un premier temps de prendre des valeurs simplifiées.



Seules les conductances L_{ie} et L_{iu} sont nécessaires pour cette méthode. Ceux-ci peuvent être déterminés par deux calculs.

Calcul de la valeur Ψ

Pour le mur extérieur :

Valeur Ψ (proportion du mur extérieur)

$$\Psi_g = L_{ie} - l_{AW} \cdot U_{AW}$$

Pour la dalle de plancher:

Valeur Ψ (proportion de la dalle de plancher)

$$\Psi_g = L_{iu} - 0.5 \cdot B' \cdot U_{basementceiling}$$

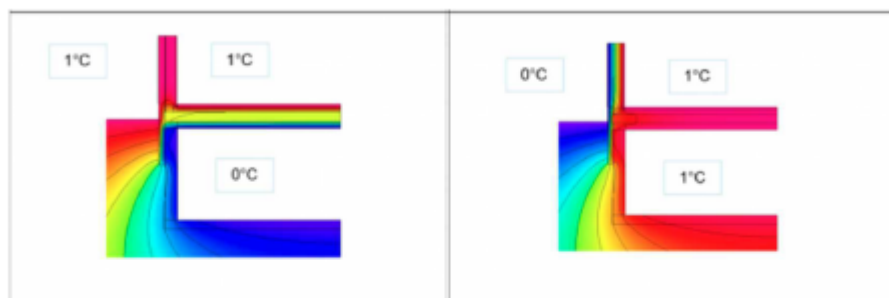
Dans le PHPP $\Psi_{exteriorwall}$ est entré comme un pont thermique normal. Avec $\Psi_{basementceiling}$, U_f pour le plafond du sous-sol est corrigé dans la feuille de calcul Sol afin que la résistance globale du niveau du sous-sol puisse être calculée par la suite à l'aide des fonctions d'approximation.

$$U_{f,corrected} = U_f + \frac{\Psi_{basementceiling} \cdot P}{A}$$

Il s'ensuit les valeurs ci-dessous :

Pour un U de mur compris entre 0.15 et 0.30, la valeur du Ψ_{lewd} est respectivement de -2.4, 0.24 ou -0.01 si le pont thermique réussi à être optimisé.

This connection was calculated according to the procedure described in Protocol Volume n.27 of the Research Group for Cost Effective Passive Houses. This method is a simplified version of the standard DIN EN ISO 13370 and it gives two different thermal bridge values as result (Ψ_{ew} and $\Psi_{bas. ext.}$). The conductances L_{ie} and L_{is} are calculated within this method using a temperature difference of 1 K between the interior of the building (1°C) and the exterior (0°C) and the exterior plus the ground floor (1 °C) and the unheated basement (0°C), respectively.



The first simulation evaluates the heat flow from the heated volume and the exterior ambient to the unheated basement (Ψ_{ew}).

The conductance L_{ie} is assigned to the exterior wall. The effect of this thermal bridge is therefore expressed by the following:

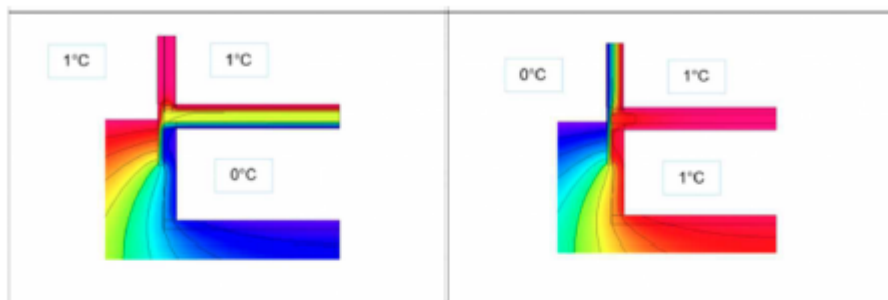
$$\Psi_{ew} = L_{ie} - l_{ew} \cdot U_{ew}$$

Where l_{ew} is the dimension of the exterior wall, from the ground to the adiabatic boundary condition, and U_{ew} is the U-value of the wall.

This value is then entered in the „Area“ worksheet in PHPP as a normal thermal bridge.

No.	Climate	U-value requirement	Ψ_{ew} -value ($\lambda = 0.025 \text{ W/(mK)}$)	Ψ_{ew} -value ($\lambda = 0.035 \text{ W/(mK)}$)	Ψ_{ew} -value ($\lambda = 0.045 \text{ W/(mK)}$)	Ψ_{ew} -value optimisation
01	Arctic	0.09 W/(m²K)	0.26 W/(mK)	0.21 W/(mK)	0.19 W/(mK)	0.00 W/(mK)
02	Cold	0.12 W/(m²K)	0.28 W/(mK)	0.24 W/(mK)	0.22 W/(mK)	0.00 W/(mK)
03	Cool-Temperate	0.15 W/(m²K)	0.29 W/(mK)	0.26 W/(mK)	0.23 W/(mK)	-0.01 W/(mK)
04	Warm-Temperate	0.30 W/(m²K)	0.28 W/(mK)	0.26 W/(mK)	0.25 W/(mK)	-0.04 W/(mK)
05	Warm	0.50 W/(m²K)	0.26 W/(mK)	0.23 W/(mK)	0.19 W/(mK)	-0.06 W/(mK)
06	Hot	0.50 W/(m²K)	0.26 W/(mK)	0.23 W/(mK)	0.19 W/(mK)	-0.06 W/(mK)
07	Very Hot	0.25 W/(m²K)	0.30 W/(mK)	0.27 W/(mK)	0.25 W/(mK)	-0.03 W/(mK)
Existing Building		3.95 W/(m²K) (wall) 0.73 W/(m²K) (floor)	-2.40 W/(mK)	-2.40 W/(mK)	-2.40 W/(mK)	-2.40 W/(mK)

This connection was calculated according to the procedure described in Protocol Volume n.27 of the Research Group for Cost Effective Passive Houses. This method is a simplified version of the standard DIN EN ISO 13370 and it gives two different thermal bridge values as result (ψ_{ew} and $\psi_{\text{bas. ceil.}}$). The conductances L_{tu} and L_{ba} are calculated within this method with a temperature difference of 1 K between the interior of the building (1°C) and the exterior (0°C) and the exterior plus the ground floor (1 °C) and the unheated basement (0°C), respectively.



The second simulation evaluates the heat flow from the heated volume and the exterior ambient to the unheated basement. In the end, this procedure will lead to the ψ -value as a proportion of the floor slab ($\psi_{\text{bas. ceil.}}$).

The conductance L_{tu} is therefore assigned to the floor slab:

$$\psi_{\text{bas. ceil.}} = L_{\text{tu}} - 0.5 \cdot B' \cdot U_{\text{bas. ceil.}}$$

Where B' is the characteristic dimension of the floor slab, given by PHPP in the „Ground“ worksheet and $U_{\text{bas. ceil.}}$ is the U-value of the basement ceiling.

This value is then entered in the „Ground“ worksheet in PHPP as a correction of the basement ceiling U-value:

$$U_f = U_f + \frac{(\psi_{\text{bas. ceil.}} \cdot P)}{A}$$

where P is the perimeter of the basement [m] and A is the respective area [m²].

No.	Climate	U-value requirement	$\psi_{\text{bas. ceil.}}$ -Value ($\lambda = 0.025 \text{ W/(mK)}$)	$\psi_{\text{bas. ceil.}}$ -Value ($\lambda = 0.035 \text{ W/(mK)}$)	$\psi_{\text{bas. ceil.}}$ -Value ($\lambda = 0.045 \text{ W/(mK)}$)	$\psi_{\text{bas. ceil.}}$ -Value optimisation
11	Arctic	0.09 W/(m ² K)	0.09 W/(mK)	0.08 W/(mK)	0.07 W/(mK)	0.12 W/(mK)
12	Cold	0.12 W/(m ² K)	0.09 W/(mK)	0.08 W/(mK)	0.06 W/(mK)	0.12 W/(mK)
13	Cool-Temperate	0.15 W/(m ² K)	0.09 W/(mK)	0.08 W/(mK)	0.06 W/(mK)	0.13 W/(mK)
14	Warm-Temperate	0.30 W/(m ² K)	0.09 W/(mK)	0.06 W/(mK)	0.06 W/(mK)	0.11 W/(mK)
15	Warm	0.50 W/(m ² K)	0.08 W/(mK)	0.03 W/(mK)	0.04 W/(mK)	0.08 W/(mK)
16	Hot	0.50 W/(m ² K)	0.08 W/(mK)	0.03 W/(mK)	0.04 W/(mK)	0.08 W/(mK)
17	Very Hot	0.25 W/(m ² K)	0.10 W/(mK)	0.07 W/(mK)	0.06 W/(mK)	0.11 W/(mK)
Existing building		3.95 W/(m ² K) (wall) 0.73 W/(m ² K) (floor)	-0.11 W/(mK)	-0.11 W/(mK)	-0.11 W/(mK)	-0.11 W/(mK)

Détermination de la température de surface minimale et du facteur f_{Rsi}

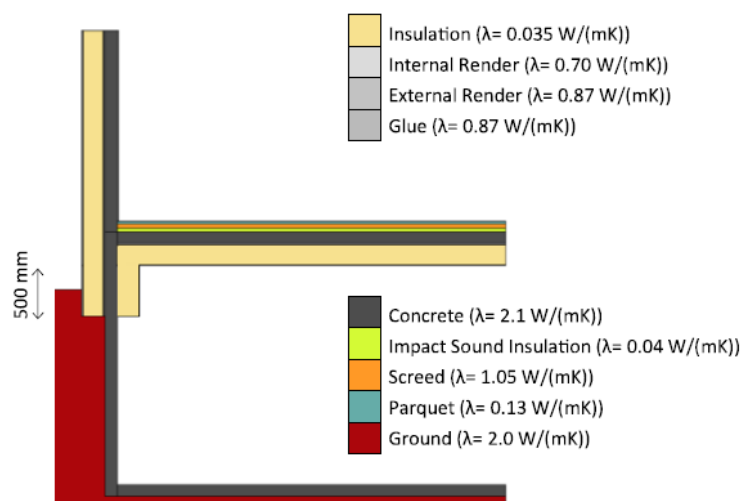
Le PHI recommande la procédure suivante pour les calculs en régime permanent :

Afin de calculer la température du sous-sol non chauffé, un facteur de correction de température de $f_x = 0.6$ est utilisé. Cela donne la température du sous-sol suivante :

$$\theta_{\text{basement}} = \theta_i - f_x \cdot (\theta_i - \theta_e) = 20^\circ\text{C} - 0.6 \cdot (20^\circ\text{C} - (-10^\circ\text{C})) = 2^\circ\text{C}$$

La température de 2°C est prise pour calculer le facteur f_{Rsi} et la température minimale atteinte au niveau de l'angle bas. Cette température est déterminée une fois le détail précisé.

Cependant, nous pouvons d'ores et déjà prendre en compte pour un pont thermique optimale le principe suivant :

 f_{Rsi} factor graph **Ψ -value optimisation**

Les valeurs du f_{Rsi} sont alors supérieures aux valeurs requises :

No.	Climate	U-value requirement	Hygiene Criterion	Efficiency Criterion	f_{Rsi} factor	f_{Rsi} factor optimisation
01	Arctic	0.09 W/(m²K)	0.80	0.90	0.84	0.89
02	Cold	0.12 W/(m²K)	0.75	0.88	0.82	0.87
03	Cool-Temperate	0.15 W/(m²K)	0.70	0.86	0.80	0.87
04	Warm-Temperate	0.30 W/(m²K)	0.65	0.82	0.73	0.81
05	Warm	0.50 W/(m²K)	0.55	0.74	0.71	0.78
06	Hot	0.50 W/(m²K)	-	0.74	0.71	0.78
07	Very Hot	0.25 W/(m²K)	-	0.82	0.75	0.83
Existing Building		3.95 W/(m²K) (wall) 0.73 W/(m²K) (floor)			0.34	0.34

Le facteur de température passe alors de 0.34 actuellement à 0.87 dans le cas optimisé.

Pont thermique Haut

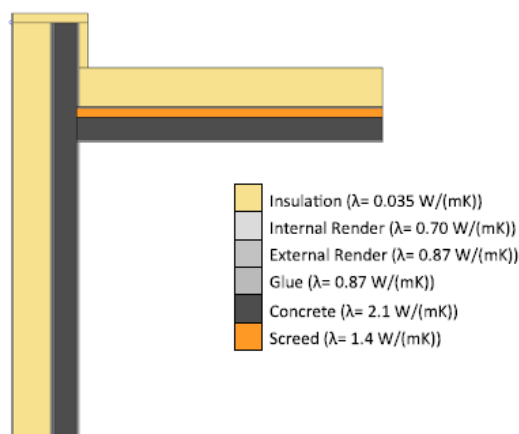
Selon l'état de la rénovation, nous avons des valeurs de -0.93 en cas d'absence d'isolant à 0.46 dans le cas où l'isolant existant est conservé et 0.37 en ajoutant une couche de 160 mm d'isolant. Une meilleure optimisation avec le respect des critères d'efficacité permet de réduire cette liaison à 0.1 W/m.K en recouvrant l'acrotère de 5 cm d'isolant (cf figure ci-dessous).

The parapet on a flat roof is an element which creates an interruption in the insulation layer and, therefore, it is considered a penetration thermal bridge.

In the studied case, the penetration is due to a parapet 500 mm high and 120 cm thick and made of concrete.

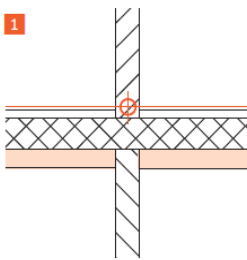
The hygiene criterion is met with approximately 25 mm of insulation, but the efficiency criterion is only met with the addition of flanking insulation (50 mm thickness).

No.	Climate	U-value requirement	Ψ -value	Hygiene Criterion	Efficiency Criterion	f_{rel} factor
01	Arctic	0.09 W/(m²K)	0.33 W/(mK)	0.80	0.90	0.82
02	Cold	0.12 W/(m²K)	0.37 W/(mK)	0.75	0.88	0.79
03	Cool-Temperate	0.15 W/(m²K)	0.40 W/(mK)	0.70	0.86	0.77
04	Warm-Temperate	0.30 W/(m²K)	0.46 W/(mK)	0.65	0.82	0.69
05	Warm	0.50 W/(m²K)	0.44 W/(mK)	0.55	0.74	0.62
06	Hot	0.50 W/(m²K)	0.44 W/(mK)	-	0.74	0.62
07	Very Hot	0.25 W/(m²K)	0.08 W/(mK)	-	0.82	0.82
Existing Building		4.00 W/(m²K) (wall) 4.00 W/(m²K) (roof)	-0.9 W/(mK)			0.35

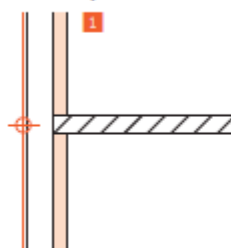


Ψ-value optimisation

Pont thermique du refend sur vide sanitaire

Paroi au-dessus du raccord		2.2-U1	
1		Valeur U dalle en $W/(m^2 \cdot K)$	Valeur Ψ en $W/(m \cdot K)$
		2	3
		0.15	0.23
		0.20	0.23
		0.25	0.23
		0.30	0.24
		0.35	0.25
		0.40	0.26
Conditions standard		Majorations	
Isolation sous chape 8 cm		Isolation sous chape 4 cm	
Chauffage par le sol Non		Chauffage par le sol	
			+ 0.04 $W/(m \cdot K)$
			+ 0.05 $W/(m \cdot K)$

Pont thermique du mur sur VS avec isolation intérieure

Raccord paroi intérieure à la façade		2.3-I1	
1		Valeur U façade en $W/(m^2 \cdot K)$	Valeur Ψ en $W/(m \cdot K)$
		2	3
		0.15	0.11
		0.20	0.13
		0.25	0.14
		0.30	0.14
		0.35	0.15
		0.40	0.15
Conditions standard		Majorations	
Mur intérieur en brique t. c. 12.5 cm		Mur intérieur en brique t. c. 15 cm	
			+ 0.02 $W/(m \cdot K)$

Pont thermique intermédiaire

Ces liaisons sont bien maîtrisées par l'isolation par l'extérieur et ne créent pas de faiblesse à ces endroits, les valeurs sont prises égales à 0.

Pont thermique sortant

Les ponts thermiques des liaisons verticales entre deux murs sortants sont faibles et négatives par la mise en place d'une isolation continue.

No.	Climate	U-value requirement	Ψ -value	Hygiene Criterion	Efficiency Criterion	f_{Rsi} factor
01	Arctic	0.09 $W/(m^2K)$	-0.05 $W/(mK)$	0.80	0.90	0.96
02	Cold	0.12 $W/(m^2K)$	-0.05 $W/(mK)$	0.75	0.88	0.95
03	Cool-Temperate	0.15 $W/(m^2K)$	-0.06 $W/(mK)$	0.70	0.86	0.94
04	Warm-Temperate	0.30 $W/(m^2K)$	-0.06 $W/(mK)$	0.65	0.82	0.88
05	Warm	0.50 $W/(m^2K)$	-0.08 $W/(mK)$	0.55	0.74	0.79
06	Hot	0.50 $W/(m^2K)$	-0.08 $W/(mK)$	-	0.74	0.79
07	Very Hot	0.25 $W/(m^2K)$	-0.06 $W/(mK)$	-	0.82	0.90
Existing Building		4.00 $W/(m^2K)$	-0.93 $W/(mK)$			0.24

Ponts thermique bas et haut sur Vide sanitaire

La liaison haute entre le sol et le mur est continue et pourra bien être maîtrisée, il s'assimile à un mur entrant en liaison avec le sol avec une valeur de 0.05 W/m.K . En revanche la liaison basse a une rupture de continuité de l'isolant et sera calculée une fois les épaisseurs arrêtées.

En première approximation, nous avons pris une valeur de 0.26 W/m.K pour ces liaisons.

Ponts thermiques de mise en œuvre des fenêtres

Le linéique de menuiserie représente un impact très important de par leur longueur, le bâtiment possède 200 fenêtres de $2.1 \times 1.3 \text{ m}$ et $2.1 \times 0.4 \text{ m}$ soit une total d'environ 2360 mètre de linéique. Dans le cas où les liaisons ne sont pas maîtrisées, le pont thermique non seulement est source d'inconfort pour les usagers mais également de déperditions.

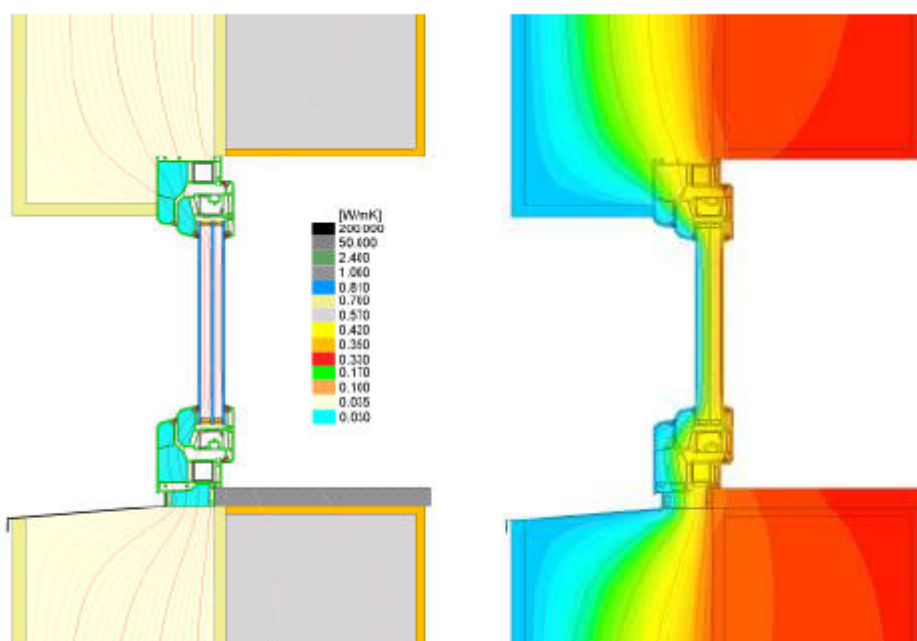


Abbildung 135: vEinbau0. Fenster ganz nach außen in die Dämmebene gerückt.

Ψ_{Einbau} (oben/seitlich) = $0,010 \text{ W/(mK)}$ Ψ_{Einbau} (unten) = $0,058 \text{ W/(mK)}$

Mittelwert: $\Psi_{\text{Einbau}} = 0,021 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ Fenster-U-Wert $U_W = 0,86 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ $\theta_{\text{min}} = 14,1 \text{ }^\circ\text{C}$

$U_{\text{Wand}} = 0,107 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ 300 mm WDVS.

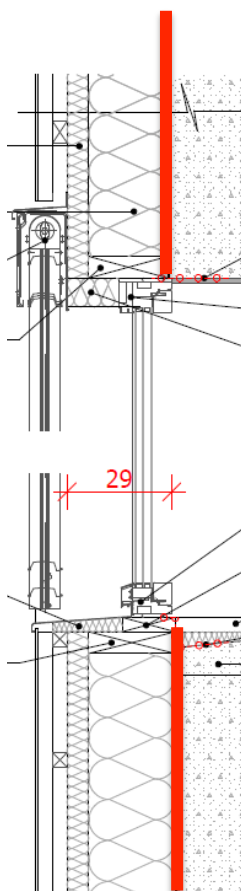
La solution la plus réaliste et qui permettrait de réaliser une étanchéité parfaitement maîtrisée consiste à mettre en place la fenêtre dans le mur bois rapporté directement de manière à s'assurer de sa meilleure mise en œuvre et de supprimer les impostes basses permettant de réduire les pertes et les apports déjà importants pour augmenter le confort d'été.

1.4.4 Etanchéité à l'air

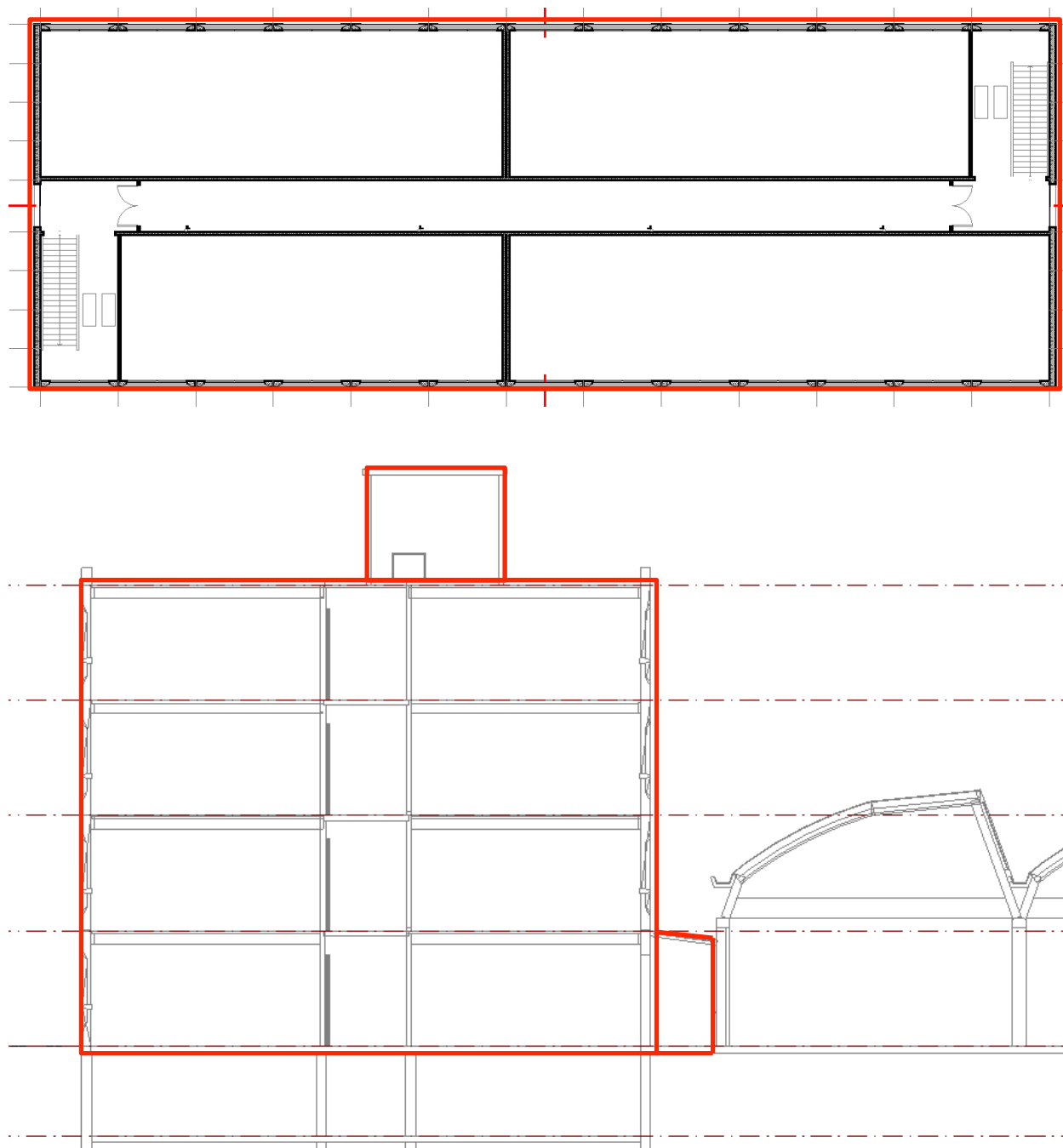
L'enveloppe étanche à l'air comprend l'intégralité du volume du bâtiment. Le calcul de référence du volume étanche à l'air est détaillé en annexe, il est retenu un volume de **6375 m³**.

Les mesures à prendre en compte pour l'étanchéité à l'air de l'enveloppe concernent particulièrement le montage des menuiseries en lien avec le bâtiment existant. Une triple protection permettra de traiter l'étanchéité à l'air :

- La jonction du pare pluie extérieure ou de l'enduit sur la menuiserie,
- La jonction entre la menuiserie et le mur béton existant par mise en place de Compriband,
- La jonction par bande adhésive entre le mur existant et les menuiseries,
- L'absence de pénétration non maîtrisée à travers l'enveloppe.



Exemple de traitement de l'étanchéité à l'air



Enveloppe étanche

Objectif d'étanchéité à l'air : $N_{50} < 1 \text{ Vol/h}$

Afin de respecter ce critère essentiel pour le niveau de performance requis sur le projet, deux tests sont réalisés, un en phase chantier permettant de corriger les défauts et réparer rapidement les mauvaises options et un test final permettant de valider le travail final.

Les réseaux aéraulique sont mesurés à l'aide d'un test d'étanchéité et devront atteindre la classe B, pour cela les gaines métalliques sont munies de double joint pour leur raccordement.

Position des fluides

L'ensemble des cheminements des fluides sont actuellement intérieurs au bâtiment et concernent l'extraction des sanitaires. Il sera mis en place une ventilation double flux intégrée dans les façades du

bâtiment pour l'ensemble des salles et les extractions des sanitaires seront reprises sur la ventilation du bâtiment. Les radiateurs existants sont en bon état et suffisants pour la diffusion de la chaleur dans le bâtiment, ils sont conservés en l'état. Les prises d'air et rejet, les arrivées électriques, les passages des stores extérieurs seront traités afin d'étanchéifier les passages entre le volume intérieur et la limite de l'enveloppe étanche par joint EPDM ou silicone selon le cas.

Les sorbonnes éventuelles et leur conduit d'évacuation seront équipées d'un volet permettant l'ouverture ou la fermeture étanche du système de ventilation. L'entrée d'air actuelle par ouverture des fenêtres est conservé.

1.5 Equipements

1.5.1 Installations de chauffage

La production de chaleur pour le chauffage est faite par une sous station positionnée dans un bâtiment tiers et distribué par un réseau de chaleur existant.

Les équipements de chauffage en place sont conservés. Une batterie chaude en appoint de chauffage est mise en place sur la gaine de soufflage en sortie de centrale de traitement d'air, afin de ne pas avoir d'effet d'air frais en soufflage.

Les radiateurs sont équipés de vannes thermostatiques.

1.5.2 Installations de refroidissement

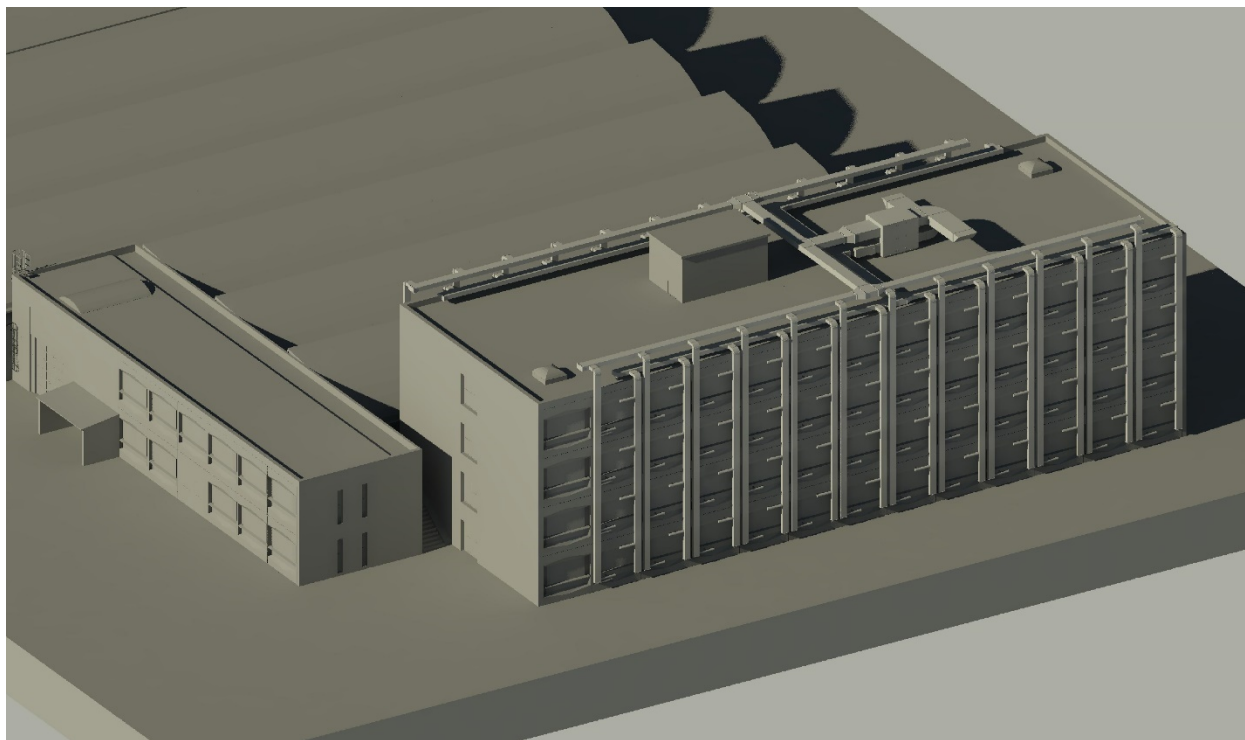
→ Sans objet pas de climatisation

1.5.3 Production d'eau chaude sanitaire

Les consommations d'eau chaude existantes sont faibles dans le bâtiment, l'ensemble des lave-mains ne possède pas d'eau mitigée, seul des productions par ballon individuels de faible capacité sont présents dans le bâtiment et représentent un impact faible sur les consommations.

1.5.4 Ventilation et auxiliaires

Le principe de la ventilation du bâtiment passant par les façades serait le suivant :



La CTA correspond à un appareil avec le meilleur niveau de performance actuellement disponible.

SILVER C F RX
Produit par Swegon, Kvänum, Suede

Dimensioning data		
Taille		035
Densité de l'air		1,200 kg/m ³
Débit d'air neuf		7 200 m ³ /h
Perte de charge	Gaine d'air extérieur	20 Pa
	Air soufflé/ fourni/pulsé	250 Pa
Débit d'air extrait		7 200 m ³ /h
Perte de charge	Air repris	250 Pa
	Air rejeté	20 Pa
Donnees climatiques		Nancy, France
Station météorologique de référence		NANCY-OCHEY, France
Dimensionnement température extérieure, été		27,8 °C
Humidité extérieure de dimensionnement, été		56 %
Température extérieure minimale		-10,7 °C
Humidité extérieure de dimensionnement, hiver		90 %
Température de pulsion, été		26,0 °C
Température de pulsion, hiver		20,0 °C
Durée de fonctionnement annuel		8760 h

Données de performance clé		
Rendement énergétique filtres propres (SFPv)	With clean filter and including effect of OACF & EATR	1,41 kW/(m ³ /s)
Rendement de l'échangeur sur la température à bulbe sec, l'hiver		84,2 %
Eurovent Efficacité énergétique class	Summer: A+ G 2020	Winter: A+ Après 2016
Eurovent; Fs_Pref:	Summer: 0,85	Winter: 0,77
Conforme à la norme européenne EU 1253/2014		Conforme Après 2018

L'ensemble des gaines extérieures sont isolées afin de maintenir un rendement de récupération de chaleur satisfaisant.

Ventilations des espaces

Les parties de bâtiment qui possèdent des extracteurs simple flux et qui permettent la ventilation de sorbonnes sont indépendante du fonctionnement du bâtiment. Il faudra veiller comme c'est couramment le cas mais plus encore dans un bâtiment passif à ouvrir les fenêtres lors de l'utilisation sans oublier de le refermer une fois les travaux terminés.

Afin de limiter les pertes de charge des réseaux, la vitesse d'air est limitée dans les gaines pour ne pas excéder 2.5 m/s dans les gaines verticales et 3.5 m/s en toiture. L'objectif est d'atteindre un SFP réduit et de se conformer à 0.45Wh/m³ pour le soufflage et l'extraction pour une pression maximale de 250 Pa.

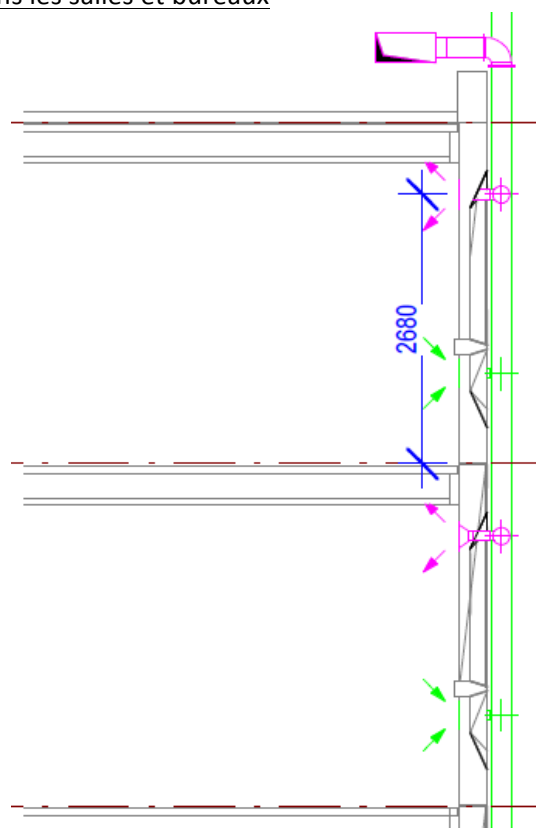
Les gaines de ventilation sont en acier galvanisé rigide et sont isolées en amont de la CTA par 150 mm de laine minérale ($\lambda \leq 0.035 \text{ W/m.K}$) avec revêtement alu ou avec une partie de gaine isolées par l'intérieur. Deux silencieux en sortie de machine, ainsi que des silencieux entre chaque niveau assurent l'affaiblissement phonique suffisant pour respecter un niveau sonore inférieur à 35 dB(A).

Durant l'intersaison et l'été, la récupération de chaleur est by passée dès que la température extérieure dépasse les 15°C extérieure ou que la température intérieure du bâtiment dépasse 22°C.

La récupération de chaleur est remise en route dès que la température intérieure dépasse 23°C et à condition que la température intérieure soit supérieure de 4°C par rapport à la température extérieure. Ainsi, les « frigories » de l'intérieur sont transmises à l'air chaud extérieur ce qui permet de réduire l'apport de chaleur dû à la ventilation.

De plus, une programmation permet la remise en route de la ventilation à 100% pendant les nuits estivales (23h à 7h) quand la température extérieure est plus fraîche de 4°C que la température intérieure, cette fonction peut être assurée par la centrale de traitement d'air.

Principe de la distribution dans les salles et bureaux



Principe de diffusion dans les salles

La diffusion et l'extraction de l'air vicié dans les salles de classe pourra être faite directement en apparent en fond de salles, des pièges à son pourront être intégrés entre niveau.

Scénarios de ventilation mis en place

Les scénarios de ventilation présentent un débit maximum de 7500 m³/h avec une variabilité selon le scénario suivant :

Calcul du renouvellement d'air moyen

Mode d'utilisation	Durée d'utilisation quotidienne h/j	Coefficient par rapport au maximum	Débit d'air m³/h	Renouvellement d'air 1/h
maximum	12.0	1.00	7500	1.04
Standard		0.77	5769	0.80
Débit base		0.54	4038	0.56
Débit réduit	12.0	0.00	0	0.00
		Valeur moyenne 0.50	Débit d'air moyen (m³/h) 3750	Renouvellement d'air moyen (1/h) 0.52

La ventilation est à l'arrêt hors période d'occupation.
Pendant les heures de cours, celle-ci est mise à son maximum.

Le renouvellement d'air moyen représente un débit annuel moyen de 3750 m³/h. Il est cependant possible de réaliser une sur ventilation nocturne en réalisant une ventilation à 100% soit 7500 m³/h le débit nocturne. Ceci représente pour le volume du bâtiment une augmentation de 0.5 Vol/h le débit disponible.

Les consommations auxiliaires suivantes sont prises en compte :

N° de la colonne	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Utilisation	Disponible ? [tO]	Dans l'enveloppe thermique ? [tO]	Consommation normalisée	Facteur d'utilisation	Fréquence	Quantité de référence	Consommation caractéristique [kWh/a]	Disponibilité comme apport de chaleur interne	Durée d'utilisation [heures]	Apports de chaleur internes en hiver [W]	Apports de chaleur internes en été [W]	Facteur EP-R [kWh/m²We]	Consommation d'EP-R [kWh/a]	Consommation d'EP [kWh/a]
Système de ventilation														
Ventilation en hiver	1		0.45	Wh/m³	* 0.52	n ⁻¹	* 4.5	kWh	*	7215 m³	= 7664	Compris dans le rendement de récupération de chaleur		
Dévirage échangeur	0	1	Entrées dans la feuille "Ventilation" ou "Ventilation supplémentaire"									1.75	13412	19927
Ventilation en été	1	0.55	0.45	Wh/m³	* 0.50	n ⁻¹	* 4.2	kWh	*	7215 m³	= 6848	0 * 0.2 / 4.54 = 0	1.75	0
												893	1.30	17804
												Apport de chaleur interne "ventilation supplémentaire été" 400.6		
Ventilation supplémentaire	1	0.55	0.45	Wh/m³	* 0.22	n ⁻¹	* 4.2	kWh	*	7215 m³	= 3072	1.0 * 1.0 / 4.22 = 400.0	1.30	3994
Installation de chauffage Avec régulation/sans régulation [tO]														
Valeur de la puissance nominale du circulateur			W	1										
Circulateur	1	1	340	W	* 0.7		* 4.5	kWh	*	1	= 1108	* 1.0 / 4.54 = 244	1.75	2882
Puissance élect. de la chaudière avec une charge de 30%			W											
Energie auxil. chaudière	0	0	137	W	* 1.00		* 0.00	kWh	*	1	= 0	* 1.0 / 4.54 = 0	1.75	0
Energ. aux bûches / pellets de chauff.	0	0		Saisie dans la feuille chaudière besoin d'inér. aux.- y compris la prep. d'eau chaude éventuelle								1.75	0	
Installation d'eau potable														
Valeur à la puissance moyenne du circulateur			W											
Pompe de circulation	0		55	W	* 1.00		* 8.0	kWh	*	1	= 0	* 1.0 / 8.76 = 0	1.30	0
Valeur de la puissance nominale du circulateur			W											
Circulateur stockage ECS			249	W	* 1.00		* 0.0	kWh	*	1	= 0	* 1.0 / 8.76 = 0	1.30	0
Puissance élect. de la chaudière avec une charge de 100%			W											
Energie auxil. chaud. ECS	0	0	410	W	* 1.00		* 0.0	kWh	*	1	= 0	* 1.0 / 8.76 = 0	1.30	0
Valeur de la puissance nominale du circulateur solaire			W											
Électricité auxil. solaire	0		204	W	* 1.00		* 1.8	kWh	*	1	= 0	* 1.0 / 8.76 = 0	1.30	0
Electricité auxiliaire refroidissement et déshumidification														
Electricité auxiliaire refroidissement			kWh/a	* 1.00		* 1.0					0	1.10	0	
Electricité auxiliaire déshumidification			kWh/a	* 1.00		* 1.0					0	1.30	0	
Electr. auxiliaire autre														
Electr. auxiliaire autre			kWh/a	* 1.00		* 1.0					0	1.30	0	
Consommation totale							18692			244	1293		28248	48600
Consommation spécifique kWh/(m².a) (Surface de Référence Energétique)							7.0						10.6	18.2

1.5.5 Eclairage

L'éclairage des différentes zones est réalisé par des appareils avec une forte disparité allant de l'ampoule à incandescence à des tubes fluo T5 munis de ballasts électroniques et des tube ancien à ballast ferromagnétique. Quelques dalles à LED sont visibles ici et là. Dans les circulations, sanitaires et locaux annexes, des détecteurs de présence sont mis en place. Les puissances installées sont ainsi comprises actuellement entre 2 et 20 W / m² selon les zones avec une moyenne de 8 W/m².

Un relamping en conservant le luminaire existant permettrait de réduire d'un facteur 1.5 à 2 environ les puissances installées.

Pour bénéficier de certificats d'économie d'énergie (CEE), les critères concernent l'ensemble du luminaire, aussi pour traiter l'ensemble du bâtiment il est nécessaire de remplacer environ 345 appareillages pour le bâtiment GMP.

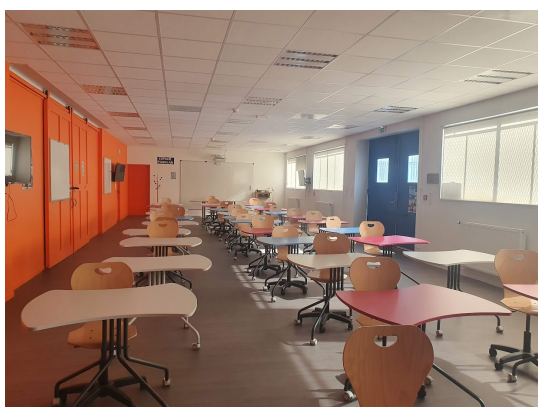
Des appareillages récents avec ballasts électronique mis en place pourront être conservés et un remplacement des lampes par des Leds pourra être réalisé lors de la maintenance.

La puissance est ainsi limitée dans l'ensemble des locaux à une **moyenne de 5W/m²**.

Il faut noter qu'il n'est pas prévu de lot peinture, aussi dans certains endroits sans faux plafonds, le remplacement des luminaires pourra être visible.

Principe d'éclairage indiqué par le lot électricité :

- Salles de cours et bureaux : Commande manuelle
- Circulations, locaux techniques, stockage et toilettes : Commande par détection de présence
- Extérieur : sans objet



Luminaires récents



Luminaire 4*18W anciens

Exemple de remplacement de luminaire et puissance mise en œuvre :

Luminaire

Luminaire model: LF3 E 3600-930 M600Q LDE KA WH

Luminous flux: lm Dimming level: %

Length of pendant: m Height above WP: m

Room

Name:

Length/Width/Height: m m m

Working plane (WP): m

Maintenance factor:

Reflection factor: Ceiling/Walls/Floor in %

Result

Illuminance: lx No. of Luminaires:

Spec. Connected load: 4.54W/m²/428lx...1.06W/m²/100lx Rows:

Columns:

Ce type de luminaire est compatible avec la fiche CEE BAT 127 et permet de substituer un luminaire de 4*18W par une puissance de 29 W soit une réduction d'un facteur 2.5.

1.5.6 Electricité spécifique

Les consommations de références sont issues du site suivant :

<https://www.guidetopten.fr/>

1.5.7 Comptage

Des compteurs électriques et des compteurs de chaleur sont installés afin de permettre le décompte des différents postes de consommation (chauffage, eau chaude sanitaire, auxiliaires de chauffage et de ventilation, éclairage, cuisine etc.)

Comptage :

Comptage électrique des consommations suivantes :		
	Compteur TRI	Compteur Mono
Eclairage	4	
Prises / Ascenseur	5	
Auxiliaires de chauffage	Sans objet	
Ventilation	1	
Cuisine	Sans objet	
Chaufferie et Circulateur		
Comptage chaleur des consommations suivantes :		
	Compteur de chaleur	Compteur Volumétrique
Chaudière	Sans objet	
Chauffage	1	
Eau Chaude	Sans objet	
Récupérateur eaux grises	Sans objet	

Le comptage est remonté sur la GTC pour le suivi.

Une gestion automatique à l'aide de la GTC permettra de mettre en place les brises soleil en position ombrage afin de respecter les critères de confort en été et d'optimiser les apports solaires en hiver.

2 Calculs par la méthode PHPP

Le logiciel utilisé pour le calcul des besoins de chauffage et des consommations énergétiques est le Passive House Planning Package (PHPP). Hypothèses de calcul

2.1.1 Pour les bâtiments non résidentiels :

- Données climatiques : données climatiques régionales (adaptées à la localisation du bâtiment : un gradient de -0,6 °C pour 100m d'altitude doit être utilisé).
- Température de dimensionnement : les températures intérieures sont à définir selon la norme EN 12831. Pour des utilisations non prévues ou différentes, la température de la pièce est à définir selon le projet. Dans le cas d'un fonctionnement avec abaissement de température, (la nuit par ex.) la température de dimensionnement peut être descendue avec justificatif. Avec un réduit de 12h minimum, la température de chauffe moyenne est prise à 19.4°C.
- Besoin en ECS : en litres/personne/jour d'eau chaude à 60°C doit être déterminé spécifiquement pour le projet ; la température de l'eau froide est de 10°C.
- Le volume d'air moyen est à déterminer spécifiquement pour le projet à partir d'un besoin moyen par personne de 15-30 m³/h et par personne (voire selon les règlements en vigueur, lorsque ceux-ci existent). Dans ce cas, les durées et niveaux d'exploitation de la centrale de ventilation sont à prendre en compte. Dans le cas où on arrête la centrale de ventilation, un temps de nettoyage est à prendre en considération. Les débits utilisés doivent correspondre aux valeurs de la mise en route du système.
- Besoin en électricité à déterminer spécifiquement pour le projet à l'aide du PHPP. Sans conception des éclairages, voire justificatif des autres consommateurs d'électricité, les valeurs standards du PHPP seront utilisées.
- Enveloppe thermique : utiliser les dimensions extérieures sans exception.
- Valeurs U des éléments opaques : méthode PHPP sur la base de NF EN 6946 avec valeur calculée de la conductivité thermique d'après la norme nationale ou l'agrément de l'autorité nationale.
- Valeurs U des fenêtres et des portes : méthode PHPP d'après NF EN 10077 avec des valeurs calculées pour le châssis de la fenêtre U_f, le pont thermique de l'espaceur Ψ_g et le pont thermique de mise en œuvre de la fenêtre Ψ mise en œuvre.
- Vitrage : valeur U_g (précision deux chiffres après la virgule) d'après NF EN 673 et valeur g selon NF EN 410.
- Efficacité de la récupération de chaleur (calculée avec une température extérieure de 5°C)

Si la CTA n'est pas certifiée selon la méthode de test de l'Institut de la Maison Passive/Passivhaus Institut (voir www.passiv.fr) la minoration suivante devra être prise en compte qui dépendra de la détermination du rendement :

- o Pour les CTA de moins de 600 m³/h : soustraire 12 % de la valeur de rendement de la CTA indiquée sur la fiche technique.
- o Pour les machines d'un débit supérieur : la minoration est de 8 % si la valeur de rendement est donnée par un calcul théorique et de 4 % si la valeur de rendement est mesurée avec une température extérieure de 5°C par le fabricant.
- Efficacité du générateur de chaleur : méthode PHPP ou vérification spéciale.

2.1.2 Spécificités du projet

Le respect des règles édictées ci-dessus, le bâtiment GMP possède des salles de classe avec une occupation fluctuante selon la période de la semaine et le long de l'année.

Afin d'anticiper une évolution possible du bâtiment la simulation prend en compte une occupation légèrement supérieure à celle qui est actuellement en place. Il est considéré que les salles sont occupées pendant 700 heures dans l'année.

Le nombre de personne maximum considéré occupant le bâtiment est de 225 élèves et 25 professeurs et administratifs.

Les calculs présentés ci-dessous sont ceux correspondant au standard EnerPHit avec une bonne maîtrise de la gestion des ponts thermiques.

2.2 Calcul des déperditions du bâtiment

Les déperditions seront calculées globalement et réparties par postes déperditifs : murs, toiture, ventilation, etc.

Puissance de chauffe

EnerPHit - Version PHPP 9.6a

IUT GMP SAULCY / Climat: LU0001b-Luxembourg / SRE: 2672 m² / Chauffage: 16.6 kWh/(m²a) / Surchauffe: 8 % / Ep-R: 66.2 kWh/(m²a)

Temp. de calcul		Rayonnement:		nord	est	sud	ouest	horizontal	Température intérieure:	20	°C
Conditions météo 1:	-3.9	°C	10	15	40	15	25	W/m²	Type de bâtiment:	IUT GMP SAULCY	
Conditions météo 2:	-2.2	°C	5	5	10	5	5	W/m²	Surface de référence énergétique A _{SRE} :	2672.1	m²
Température du sol pour le calcul	11.6	°C									

Parois du bâtiment	Zone de température	Surface m²	Valeur U W/(m²K)	Facteur toujours 1 (sauf "X")	Diff. de temp. 1 K	Diff. de temp. 2 K	P _T 1 W	P _T 2 W
Paroi contact l'air extérieur	A	1520.0	0.161	1.00	23.9	22.2	5866	5449
Paroi en contact avec le sol	B	52.9	0.295	1.00	8.4	8.4	132	132
Toiture/plancher contact air ext.	A	814.7	0.139	1.00	23.9	22.2	2713	2520
Dalle sol/plancher sur cave	B	815.9	0.370	1.00	8.4	8.4	2551	2551
Paroi sur LNC	X			0.80	23.9	22.2		
Fenêtres	A	352.7	1.067	1.00	23.9	22.2	9006	8366
Porte extérieure	A			1.00	23.9	22.2		
Pont thermique ext. (long./m)	A	715.2	0.104	1.00	23.9	22.2	1771	1645
Pont thermique péri. (long./m)	P	128.4	0.206	1.00	8.4	8.4	223	223
Pont thermique sol (long./m)	B	176.4	0.310	1.00	8.4	8.4	462	462
Paroi mitoyenne (vers voisin)	I			1.00	3.0	3.0		

Pertes de puissance par transmission P_T

Total = 22724 ou 21349

Système de ventilation:

A_{SRE} m²: 2672.1, Hauteur sous plafond m: 2.70, m³: 7215

Rendement de récupération de chaleur de la centrale de ventilation: 78%, Rendement effectif de l'éch. géothermique: 0%, Efficacité de l'éch. géothermique: 0%

Renouvellement d'air de référence n_L: 0.183 + 0.520 * (1 - 0.78) = 0.296 ou 0.296

Pertes de puissance aérauliques P_A

V_{Ventil} m³: 7214.7, n_{Ventil} 1 1/h: 0.296, n_{Ventil} 2 1/h: 0.296, C_{air} Wh/(m²K): 0.33, Diff. de temp. 1 K: 23.9, Diff. de temp. 2 K: 22.2

P_A 1 W: 16846, P_A 2 W: 15649

Pertes de puissance totales P_D

P_T + P_A = 39570 ou 36998

Orientation des surfaces	Surface m²	Facteur solaire g (rayonnement perp.)	Facteur de réduction (voir feuille "Fenêtre")	Rayonnement 1 W/m²	Rayonnement 2 W/m²	P _S 1 W	P _S 2 W
nord	68.6	0.5	0.40	10	5	134	67
est	16.8	0.5	0.42	12	5	44	17
sud	137.3	0.5	0.07	39	10	188	47
ouest	51.1	0.5	0.40	20	6	201	60
horizontal	78.9	0.5	0.54	22	5	487	100

Puissance des apports solaires P_S

Total = 1054 ou 291

Puissance des apports internes P_I

Puissance spécifique W/m²: 2.4, A_{SRE} m²: 2672

P_I 1 W: 6413, P_I 2 W: 6413

Total des apports P_G

P_S + P_I = 7467 ou 6704

P_D - P_G = 32104 ou 30293

Puissance de chauffe P_H

= 32104 W

Puissance de chauffe spécifique à la surface P_H / A_{SRE}

= 12.0 W/m²

Saisie de la température maximale d'air soufflé: 52 °C

Température maximale d'air soufflé θ_{air soufflé, max}: 52 °C

Température d'air soufflé sans post chauffe θ_{air soufflé, min}: 14.8 °C

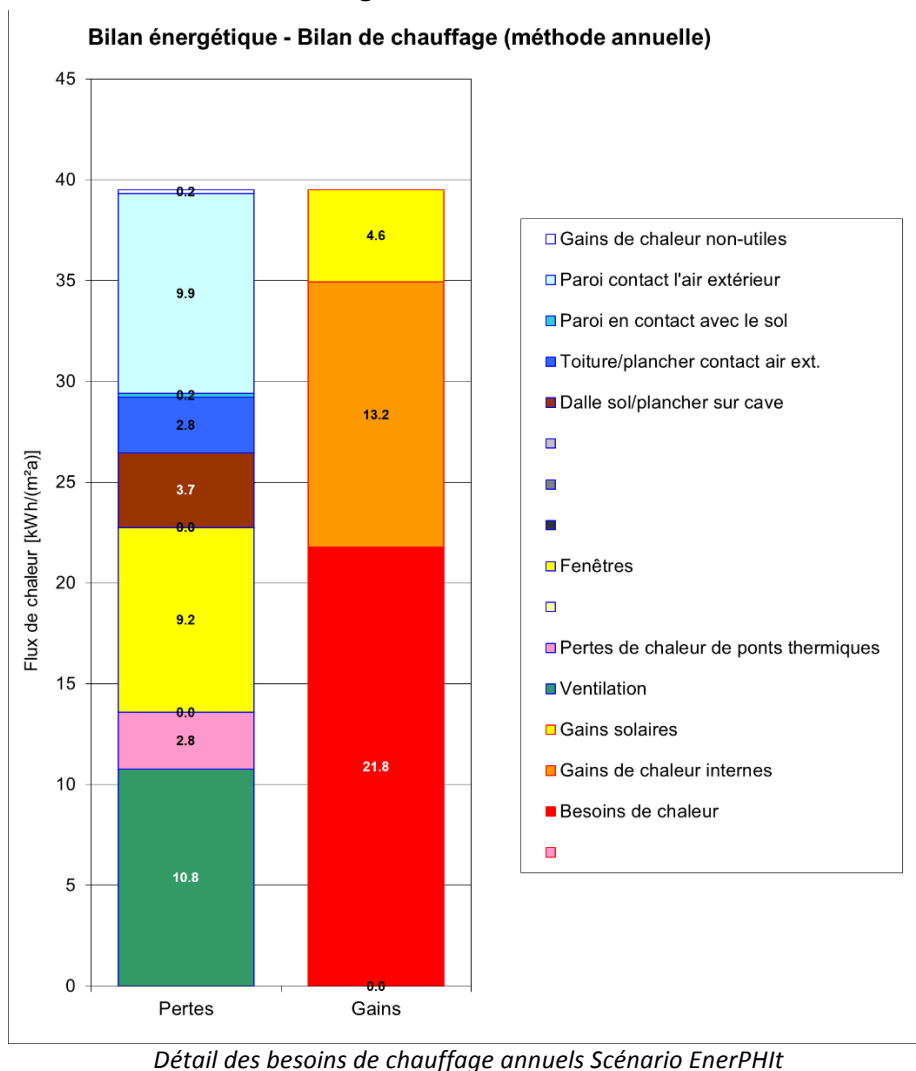
Comparaison: puis. max. de chauff., qui peut être véhiculée par l'air soufflé P_{air soufflé, max}

= 46010 W

Possibilité de chauffer via l'air soufflé ? oui

Les déperditions calculées selon la norme sont de 32 kW pour l'ensemble du bâtiment sans surpuissance pour relance.

2.3 Calculs des besoins de chauffage



2.4 Consommation théorique du bâtiment

Tab 7. Tableau récapitulatif des consommations (PHPP)

	Variante	PHPP (en kWh _{ep} /m ² SRE/an)
Consommation (en kWh _{ep} /m ² /an)	chauffage	25
	ECS	3.5
	Refroidissement	
	éclairage	10.0
	Auxiliaires ch. Vent Hiver	8.5
	Auxiliaires vent. été	9.5
	Total	
	Electricité spécifique	36
	Photovoltaïque	
	Total Global	84

SRE : 2672m² SHONRT : ? m² SHAB : 2882 m²

Le scénario présenté ci-dessus est celui décrit dans les documents qui suivent comme le scénario « Enerphit »

Il est caractérisé par un traitement maîtrisé de l'ensemble des ponts thermiques (ouvrants, liaisons des murs sols et toiture).

2.5 Détail des scénarios traités

La première simulation concerne l'état existant.

Une première variante est faite en isolant l'ensemble des murs, en remplaçant les fenêtres et mise en place de stores avec des méthodes moins strictes et en mettant en place une ventilation double flux.

La seconde variante traite de manière adéquate l'ensemble des travaux à mettre en place pour arriver de manière certaine à une labellisation EnerPHit en isolant le sol avec un confort important des locaux.

Enfin la dernière approche permet d'atteindre le niveau passif classique en renforçant certains niveaux d'isolation et des fenêtres de meilleure qualité.

Les hypothèses prises en compte dans les différents scénarios sont décrites dans les tableaux suivants :

Sélectionner variante active >>>>>>		3-EnerPhit	Existant	Vers EnerPhit	EnerPhit	Passif
Composition des parois		<u>Valeur U</u>				
ITE	W/(mK)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
	mm	250	0	250	250	250
TOITURE	W/(mK)	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
	mm	160	0	0	160	160
SOL	W/(mK)	0.038	0.04	0.04	0.038	0.04
	mm	115	0	0	115	150
Ponts thermiques		<u>Surfaces</u>				
PT BAS	W/(mK) ou W/K	0.206	-2.4	0.206	0.206	0.035
PT HAUT	W/(mK) ou W/K	0.37	-0.9	0.4	0.37	0.118
PT SORT	W/(mK) ou W/K	-0.07	-0.93	-0.07	-0.07	-0.07
PT SORT EDICULE	W/(mK) ou W/K	-0.07	-0.93	-0.07	-0.07	-0.07
PT INTER RDC/R+1	W/(mK) ou W/K	0	-0.13	0	0	0
PT INTER R+1/R+2	W/(mK) ou W/K	0	-0.13	0	0	0
PT INTER R+2/R+3	W/(mK) ou W/K	0	-0.13	0	0	0
PT REFEND SOUS SOL LONG	W/(mK) ou W/K	0.31	-0.03	0.31	0.31	0.31
PT INTER RDC TOIT HAUT NORD	W/(mK) ou W/K	0.26	-0.03	0.26	0.26	0.26
PT INTER RDC TOIT BAS NORD	W/(mK) ou W/K	0.26	-0.03	0.26	0.26	0.26
PT REFEND SS LARGEUR	W/(mK) ou W/K	0.31	-0.03	0.31	0.31	0.31
PT ESCALIER OUEST	W/(mK) ou W/K	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
PT ASCENSEUR NOUVEAU	W/(mK) ou W/K	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

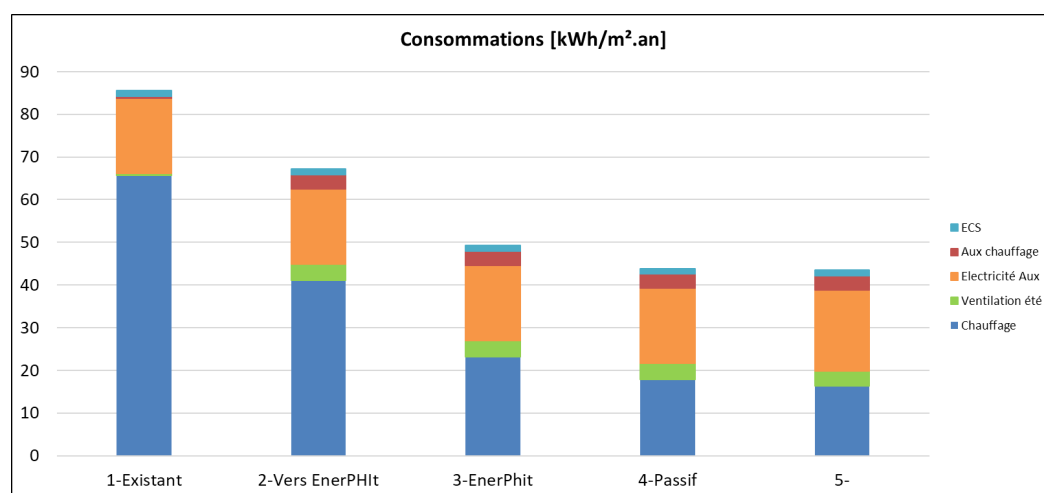
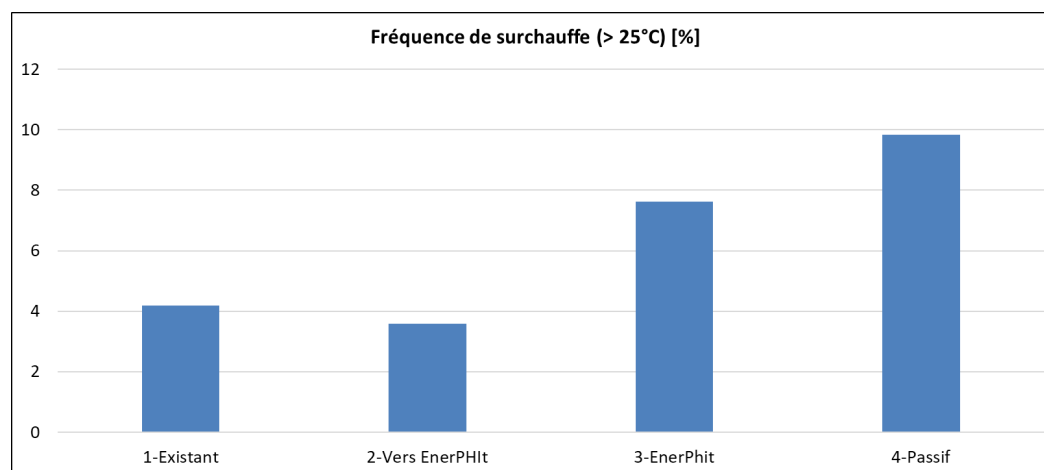
Sélectionner variante active >>>>>>		3-EnerPhit	Existant	Vers EnerPhit	EnerPhit	Passif
Fenêtres et ombrages						
		Fenêtres	Ombrage			
Chassis passif	Liste de vitrages	Liste de châssis				
Variante active: coefficient g:0.5 valeur U: 0.55 W/(m²K) valeur U [W/(m²K): gauche: 0.93 droite: 0.93 bas: 0.93 haut: 0.93 largeur [m]: gauche: 0.119 droite: 0.119 bas: 0.119 haut: 0.119	Vitrage	03ud-Ug 0.55 g 0.50	01ud-DV EXISTANT	02ud-DV 1.0 g 0.6	03ud-Ug 0.55 g 0.50	03ud-Ug 0.55 g 0.50
	Châssis	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm	01ud-Fenêtre existante PVC	04ud-REHAU NEFERIA	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm	11ud-pro Passivhausfenster GmbH - smartwin - Super Spacer TriSeal / T-Spacer Premium
ête de façade faisant ombrage latéral (p _{latéral})	m	0.200		0.25	0.2	0.2
ête de façade faisant ombrage latéral (d _{latéral})	m	0.050		0.08	0.05	0.05
ur débordant faisant ombrage vertical (p _{vertical})	m	0.200		0.25	0.2	0.2
et du bord du vitrage et le débordant (d _{vertical})	m	0.050		0.08	0.05	0.05
ntaire pour protection solaire temporaire (Z)	%					
Porte acier	Liste de vitrages	Liste de châssis				
Variante active: coefficient g:0.6 valeur U: 1 W/(m²K) valeur U [W/(m²K): gauche: 3 droite: 3 bas: 3 haut: 3 largeur [m]: gauche: 0.12 droite: 0.12 bas: 0.12 haut: 0.12	Vitrage	02ud-DV 1.0 g 0.6	01ud-DV EXISTANT	02ud-DV 1.0 g 0.6	02ud-DV 1.0 g 0.6	03ud-Ug 0.55 g 0.50
	Châssis	07ud-Porte Acier	01ud-Fenêtre existante PVC	07ud-Porte Acier	07ud-Porte Acier	0042wi03-GUTMANN AG - MIRA therm 08 - PH 78 - Thermix TX.N plus
ête de façade faisant ombrage latéral (p _{latéral})	m	0.200		0.25	0.2	0.2
ête de façade faisant ombrage latéral (d _{latéral})	m	0.050		0.08	0.05	0.05
ur débordant faisant ombrage vertical (p _{vertical})	m	0.200		0.25	0.2	0.2
et du bord du vitrage et le débordant (d _{vertical})	m	0.050		0.08	0.05	0.05
ntaire pour protection solaire temporaire (Z)	%					
Chassis passif BSO	Liste de vitrages	Liste de châssis				
Variante active: coefficient g:0.5 valeur U: 0.55 W/(m²K) valeur U [W/(m²K): gauche: 0.93 droite: 0.93 bas: 0.93 haut: 0.93 largeur [m]: gauche: 0.119 droite: 0.119 bas: 0.119 haut: 0.119	Vitrage	03ud-Ug 0.55 g 0.50	01ud-DV EXISTANT	02ud-DV 1.0 g 0.6	03ud-Ug 0.55 g 0.50	03ud-Ug 0.55 g 0.50
	Châssis	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm	01ud-Fenêtre existante PVC	04ud-REHAU NEFERIA	08ud-ELWIZ S.A. - 119 mm	11ud-pro Passivhausfenster GmbH - smartwin - Super Spacer TriSeal / T-Spacer Premium
ête de façade faisant ombrage latéral (p _{latéral})	m	0.200		0.25	0.2	0.2
ête de façade faisant ombrage latéral (d _{latéral})	m	0.050		0.08	0.05	0.05
ur débordant faisant ombrage vertical (p _{vertical})	m	0.200		0.25	0.2	0.2
et du bord du vitrage et le débordant (d _{vertical})	m	0.050		0.08	0.05	0.05
ntaire pour protection solaire temporaire (Z)	%	25%		25%	25%	25%

2.5.1 Résultats

Résultats pour 250 personnes et renouvellement d'air de 0.5 vol/h :

		Sélectionner variante active >>>>>>	3-EnerPHit	Existant	Vers EnerPHit	EnerPHit	Passif
Résultats		Unités	3	1	2	3	4
Besoin de chauffage	kWh/(m²a)	20.1	59.5	36.7	20.1	14.9	
Puissance de chauffe	W/m²	13.5	32.1	19.2	13.5	9.9	
Refroidissement + déshumidification	kWh/(m²a)						
Puissance de refroidissement	W/m²						
Fréquence de surchauffe (> 25°C)	%	7.6	4.2	3.6	7.6	9.8	
Consommation d'EP-R	kWh/(m²a)	74.4	160.0	114.1	74.4	62.5	
EnerPHit Classique?	oui : non	oui	non	non	oui	oui	

Les résultats sont présentés ci-dessous :



2.6 Simulation confort d'été

Le confort estival peut être analysé au moyen de 2 études :

- une étude avec le fichier PHPP
- une étude par STD

Etude PHPP :

Cette étude s'appuie sur la température interne du bâtiment et doit permettre de démontrer que le bâtiment ne surchauffe pas au-delà de 25°C pendant plus de 10 % de l'année (soit 832 h/an). Pour les bâtiments tertiaires, **l'éventuel recours à un système de climatisation thermodynamique ne doit pas être pris en compte** pour déterminer cette durée de surchauffe au-delà de 25°C.

Nous avons réalisé les études avec le PHPP, il faut noter que le label impose un taux de 10% de températures supérieures à 25°C.

Rappel :



Si la "fréquence au-dessus de 25 °C" ($h_{9 \geq 25 \text{ °C}}$) dépasse 10%, il faut prendre des mesures supplémentaires de protection contre la chaleur. Pour un confort estival élevé, des fréquences de surchauffe inférieures à 5 % sont recommandées.

Le tableau suivant montre un classement du confort estival en fonction de la fréquence de surchauffe. A des fins de planification, il suffit d'évaluer le climat ambiant estival en fonction de ces critères :

$h_{>25 \text{ °C}}$	Évaluation
> 15 %	catastrophique
10 – 15 %	mauvais
5 – 10 %	acceptable
2 – 5 %	bon
0 – 2 %	excellent

Tableau 8 : Évaluation de la fréquence de surchauffe calculée dans la feuille Été

La méthode de calcul de la feuille **Été** se base sur un modèle dynamique à une zone, qui calcule la courbe de température pendant l'année dans le cas sans refroidissement actif. Les variations de température en cours de journée sont également prises en compte. On obtient comme résultat le pourcentage de l'année pendant lequel les températures sont supérieures au seuil fixé. Cette méthode permet d'évaluer sans données climatiques horaires et avec peu de saisies si le climat ambiant estival est acceptable.

La méthode utilisée dans la feuille **Été** a fait ses preuves pour les habitations de type bâtiment passif en Europe centrale. Il existe aussi de bonnes expériences pratiques pour les bâtiments non résidentiels de type bâtiment passif. Tant que les charges thermiques restent dans la plage courante, comme dans les bureaux ou dans les écoles, il n'y a pas besoin de recourir à la durée d'utilisation ; il ne faut donc pas atteindre des fréquences de surchauffe de 2,4% avec une durée d'utilisation de 40 heures par semaine par ex. La raison réside dans le fait que la température augmente progressivement pendant la durée d'utilisation et redescend lentement après la fin de l'utilisation, si bien qu'une même fréquence de surchauffe est atteinte pendant la durée d'utilisation que pendant toute la semaine. Une simulation dynamique du bâtiment n'est nécessaire pour évaluer le confort pendant le temps d'utilisation, que dans le cas de charges thermiques élevées et fortement concentrées dans le temps ou dans l'espace.

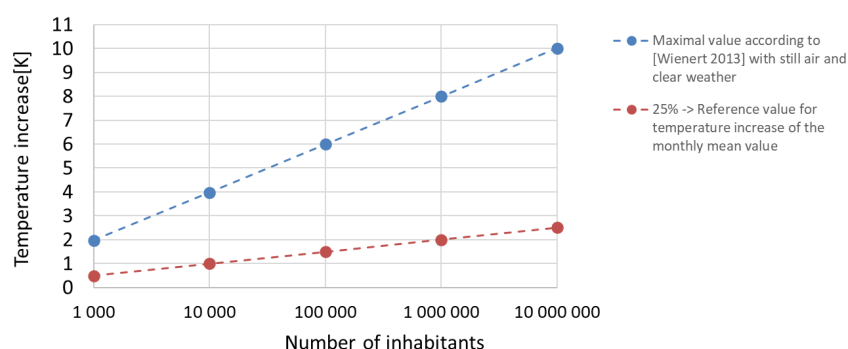
2.6.1 Synthèse des résultats

Les résultats présentés ci-dessous traitent la question des consommations et de la position du bâtiment vis-à-vis du confort estival.

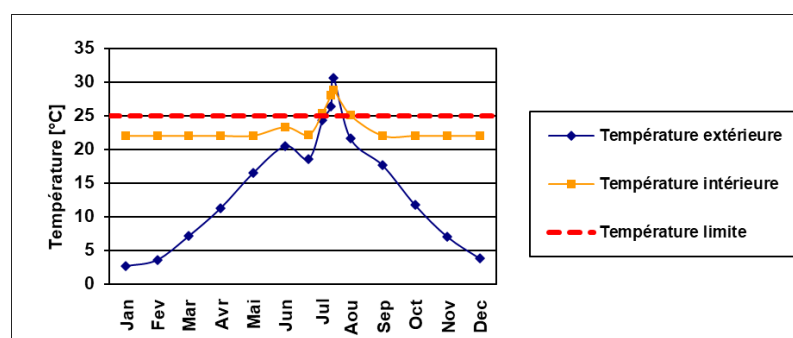
A partir de la base de donnée officielle, nous avons utilisé l'outil du PHI « Summer temperature tool » qui permet de modifier les données climatiques PHPP existantes pour des températures plus élevées pendant les mois d'été. Le profil de température modifié peut être utilisé pour tester le confort estival d'un bâtiment dans des conditions estivales extrêmes, des projections climatiques futures ou pour des emplacements en centre-ville (îlot de chaleur urbain).

Nous avons donc réalisé des simulation avec le scénario officiel et un scénario issu de la nouvelle base de donnée de station météo du PHI. Et à partir de ces scénarios, nous avons modifié les températures de +1 et +2 °C :

Par rapport à la période de référence 1981-2010, une hypothèse raisonnable d'augmentation de la température au-dessus des terres jusqu'au milieu du siècle est de 1 °C à 1,5 °C (source : PHI)



Effets de la taille de la ville sur la hausse de la température estivale



Il faut noter que le bâtiment n'est pas occupé en juillet et août, ce qui favorise encore un peu le bilan, bien que non pris en compte dans les résultats donnés ci-dessus et que par ailleurs, l'effet de la ville est sans doute déjà compris dans le fichier du PHPP puisque la station météo est située dans une ville similaire (Luxembourg).

2.6.2 Occupation 250 personnes

Scénarios avec **base officielle de certification** Luxembourg (250 pers .0.5 Vol/h + Noct 0.5 Vol/h) :

Calcul de variantes

IUT GMP SAULCY / Climat: LU0001b-Luxembourg / SRE: 2672 m² / Chauffage: 20.1 kWh/(m²a) / Surchauffe: 7 % / Ep-R: 74.4 kWh/(m²a)

ud---00-LU0001b-Luxembourg			Active				
Sélectionner variante active >>>>>>			3-EnerPHit	Existant	Vers EnerPHit	EnerPHit	Passif
Résultats		Unités	3	1	2	3	4
	Besoin de chauffage	kWh/(m²a)	20.1	59.5	36.7	20.1	14.9
	Puissance de chauffe	W/m²	13.5	32.1	19.2	13.5	9.9
	Refroidissement + déshumidification	kWh/(m²a)					
	Puissance de refroidissement	W/m²					
	Fréquence de surchauffe (> 25°C)	%	6.6	5.2	3.5	6.6	8.8
	Consommation d'EP-R	kWh/(m²a)	74.4	160.0	114.1	74.4	62.3
	EnerPHit Classique?	oui : non	oui	non	non	oui	oui

Scénarios avec **base officielle de certification** Luxembourg et correction +1°C en été :

IUT GMP SAULCY / Climat: ud---01-LU0001b-Luxembourg, with 1K summer correction / SRE: 2672 m² / Chauffage: 19.3 kWh/(m²a) / Surchauffe: 11 % / Ep-R: 72.4 kWh/(m²a)

ud---08-ud---01-LU0001b-Luxembourg, with 1K summer correction			Active				
Sélectionner variante active >>>>>>			3-EnerPHit	Existant	Vers EnerPHit	EnerPHit	Passif
Résultats		Unités	3	1	2	3	4
Besoin de chauffage	kWh/(m²a)	19.3	56.5	35.1	19.3	14.2	
Puissance de chauffe	W/m²	13.4	32.0	19.1	13.4	9.9	
Refroidissement + déshumidification	kWh/(m²a)						
Puissance de refroidissement	W/m²						
Fréquence de surchauffe (> 25°C)	%	11.4	11.3	9.8	11.4	14.5	
Consommation d'EP-R	kWh/(m²a)	72.4	152.7	110.1	72.4	60.8	
EnerPHit Classique?	oui : non	non	non	non	non	non	

Scénarios avec **base officielle de certification** Luxembourg et correction +2°C en été :

IUT GMP SAULCY / Climat: ud---09-ud---01-LU0001b-Luxembourg, with 2K summer correction / SRE: 2672 m² / Chauffage: 19.9 kWh/(m²a) / Surchauffe: 16 % / Ep-R: 74.2 kWh/(m²a)

ud---09-ud---01-LU0001b-Luxembourg, with 2K summer correction			Active				
Sélectionner variante active >>>>>>			3-EnerPHit	Existant	Vers EnerPHit	EnerPHit	Passif
Résultats		Unités	3	1	2	3	4
Besoin de chauffage	kWh/(m²a)	19.9	59.2	36.4	19.9	14.8	
Puissance de chauffe	W/m²	13.5	32.2	19.2	13.5	9.9	
Refroidissement + déshumidification	kWh/(m²a)						
Puissance de refroidissement	W/m²						
Fréquence de surchauffe (> 25°C)	%	15.6	13.3	13.4	15.6	17.0	
Consommation d'EP-R	kWh/(m²a)	74.2	159.1	113.2	74.2	62.4	
EnerPHit Classique?	oui : non	non	non	non	non	non	

Tableau récapitulatif des températures supérieures à 25 pour une année entière en taux de températures supérieures à la limite (% > 25).

On remarque que plus le bâtiment est isolé et que plus il nécessitera la mise en place d'une stratégie de sur ventilation nocturne et simultanément des mesures de fermeture des BSO en période estivale.

Ci-dessous les deux scénarios extrêmes avec stores fermés côté sud, est et ouest à 90% et sur ventilation nocturne de 1 Vol/h :

Scénarios avec **base officielle** Luxembourg et correction +2°C en été :

IUT GMP SAULCY / Climat: ud---01-LU0001b-Luxembourg, with 2K summer correction / SRE: 2672 m² / Chauffage: 19.9 kWh/(m²a) / Surchauffe: 8 % / Ep-R: 74.9 kWh/(m²a)

ud---09-ud---01-LU0001b-Luxembourg, with 2K summer correction		Active				
Sélectionner variante active >>>>>>		3-EnerPHit	Existant	Vers EnerPHit	EnerPHit	Passif
Résultats	Unités	3	1	2	3	4
Besoin de chauffage	kWh/(m²a)	19.9	59.2	36.4	19.9	14.8
Puissance de chauffe	W/m²	13.5	32.2	19.2	13.5	9.9
Refroidissement + déshumidification	kWh/(m²a)					
Puissance de refroidissement	W/m²					
Fréquence de surchauffe (> 25°C)	%	8.1	13.3	13.4	8.1	9.2
Consommation d'EP-R	kWh/(m²a)	74.9	159.1	113.2	74.9	63.1
EnerPHit Classique?	oui : non	oui	non	non	oui	oui

On remarque la forte variabilité des résultats sur le confort d'été selon les données d'entrées, aussi il est important d'avoir une méthode unique et conforme à un référentiel pour être certain des résultats. La prise en compte efficace d'une fermeture maîtrisée des stores est cruciale dans un bâtiment fortement ouvert au soleil et avec un très haut niveau d'isolation et d'étanchéité à l'air.

3 Calcul réglementaire (RT 2005 Ex)

Le calcul réglementaire n'est pas nécessaire à ce stade des études.

4 Conclusion

La solution de rénovation passive est réalisable et permet d'atteindre un niveau ambitieux.

La mise en place d'une solution permettant une bonne gestion des apports solaires ainsi qu'une modulation de la ventilation est retenue du fait des économies apportée et du confort qui en résulte en période où le bâtiment reste inoccupé.

Des systèmes permettant le maximum de récupération d'énergie est mise en place sur la ventilation.

Description	Solution retenue
Système de chauffage	Existant / rénové
Système de rafraîchissement	non
Système de ventilation	Double flux rendement > 85%
Système de production d'ECS	Ballon Existant
Système d'éclairage	Existant
Puissance chauffage	60 kW
Perméabilité à l'air	N50 < 1 Vol/h
Besoins de chauffage (en kWh/m²SRE/an)	20
Bbio	
Bbiomax	
Cep (RT2005) (sur les 5 postes RT 2012 - énergie primaire en kWh/m²Shon/an)	
Cepmax / Cep Réf	
Coût d'exploitation (en € HT/an)	7500 €
Coût total travaux (en € HT)	

Tab 9. Tableau récapitulatif de la variante pressentie