



Bureau d'études thermiques fluides
Energies Renouvelables – Concepteur de bâtiments passifs
Qualité Environnementale du Bâtiment

Construction d'un
bâtiment tertiaire pour
l'EETIS

Route de Moëslains
52100 Saint-Dizier

Carnet d'étanchéité et ponts
thermiques



Rédacteur :	Alexandre KARM
Rellecteur	Maxime GERMONVILLE
Variante interne :	BA113 Carnet étanchéité et ponts thermiques
Version – date :	2 - 16/01/2026

Lorr-EnR est labellisée :



Lorr-EnR - SARL au Capital de 22 357 € - 240, rue de Cumène 54230 NEUVES-MAISONS – Tel : 03 83 15 66 03

Code Naf 7112B - RCS Nancy 514 156 587 - TVA INTRA : FR 23 514 156 587

RIB : CIC Saint Max 30087 33619 00020592801 81

www.lorr-enr.fr

Sommaire

I.	Historique du document	3
II.	Descriptif général et analyse de l'état existant.....	4
2.1	Préambule	4
2.2	Les contacts	4
2.3	Description et aspect technique du bâtiment	5
III.	Glossaire.....	18

I. Historique du document

N° version	Date du document	N° rapport	Auteur(s)	Modifications
01	27/11/2025	-	AK	-
02	16/01/2026	-	AK	Remplacement des données de ponts thermiques concernant le refend traversant.

II. Descriptif général et analyse de l'état existant

2.1 Préambule

Ce document a pour but de mettre en avant les aspects étanchéité à l'air et traitement des ponts thermiques sur le bâtiment lors des phases conception (AVP, APS, APD).

Ces éléments ont un impact significatif sur la durée de vie du bâtiment ainsi que le confort, et la consommation énergétique. Il y a donc tout intérêt à les traiter.

2.2 Les contacts

Maître d'ouvrage	Nom :	Le directeur du SID Nord Est
	Adresse :	57000 Metz
	Tel :	
	E-mail :	
Bureau d'études thermiques fluides	Nom :	
	Adresse :	240 Rue de Cumène 54230 Neuves-Maisons
	Tel :	0383156603
	Contact(s) :	Alexandre KARM
	E-mail :	suivi.etudes@lorr-enr.fr
	Certificat OPQIBI	N° 13 12 2638
Opération	Qualifications OPQIBI	1331 « Etude thermique réglementaire « Maison individuelle » 1332 « Etude thermique réglementaire « bâtiment collectif d'habitation et/ou tertiaire »
	Nom :	Construction d'un bâtiment tertiaire pour l'EETIS
	Adresse :	Route de Moëslains 52100 Saint-Dizier
	Stade d'avancement :	1 – Stade de permis de construire

2.3 Description et aspect technique du bâtiment

2.3.1 Le bâtiment

Zone 1	
Usage	5 Enseignement secondaire (partie jour)
Surface utile (SU _{RT})	404.04 m ²
Volume	1095.38 m ³
Climatisation	Non
Catégorie	Catégorie 1 (ex CE1)
Usage	5 Enseignement secondaire (partie jour)
Surface utile (SU _{RT})	123.08 m ²
Volume	369.23 m ³
Climatisation	Oui
Catégorie	Catégorie 2 (ex CE2)

2.3.2 Etanchéité à l'air

2.3.2.1 Rappels sur l'étanchéité à l'air

L'étanchéité à l'air consiste à **réduire les flux d'air incontrôlés traversant les parois séparant un espace chauffé (et/ou climatisé) et l'extérieur** (ou un local non chauffé).

La réduction de ces flux est cruciale pour atteindre une bonne performance énergétique. En effet, pour tout espace aux conditions hygrothermiques contrôlées (comme un espace habité, qui est chauffé) « plongé » dans l'espace ambiant, la température, la pression et l'humidité tendent à s'équilibrer, causant des gradients de pression (tirage thermique et/ou hydrique). En cas de défauts d'étanchéité à l'air, ces gradients de pression vont entraîner un flux d'air entre l'intérieur et l'extérieur. Ce flux d'air va emmener avec lui d'importantes quantités d'énergie, par convection thermique : si de l'air à 20°C s'échappe dans une atmosphère à 0°C, chaque m³ emmène un peu plus de 6,6 kWh).

Outre cet impact sur les consommations, les flux d'air parasites sont également à l'origine de nombreux troubles du bâtiment :

- Dégradation de la structure et des isolants (charge en eau) ;
- Déséquilibre ou court-circuit du système de ventilation ;
- Dégradation de la qualité de l'air ;
- Baisse des performances de l'isolation phonique.

En outre, les courants d'air causent une forte sensation d'inconfort, en particulier l'hiver.

2.3.2.2 La mesure de l'étanchéité à l'air

Un test Blower-Door, ou test de la « porte soufflante » permet de quantifier le débit d'air parasite qui traverse l'enveloppe du bâtiment afin d'en estimer la perte thermique liée.

Ce test consiste à mettre en place une porte étanche munie d'un ou plusieurs ventilateurs sur une des menuiseries du bâtiment. Afin de pouvoir distinguer le renouvellement d'air désiré (ventilation) du renouvellement parasite, toutes les bouches d'entrée d'air ou d'extraction d'air sont obturées.

L'action du ventilateur crée un différentiel de pression entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment : si le ventilateur souffle l'air du bâtiment vers l'extérieur, le bâtiment va subir une légère dépression. Afin de compenser ce déséquilibre, de l'air extérieur va pénétrer, via les défauts d'étanchéité à l'air, à l'intérieur du bâtiment. Quand le différentiel de pression est stable, le débit d'air qui traverse le ventilateur est égal au débit d'air parasite qui traverse l'enveloppe du bâtiment, et on peut donc le mesurer au niveau du ventilateur.

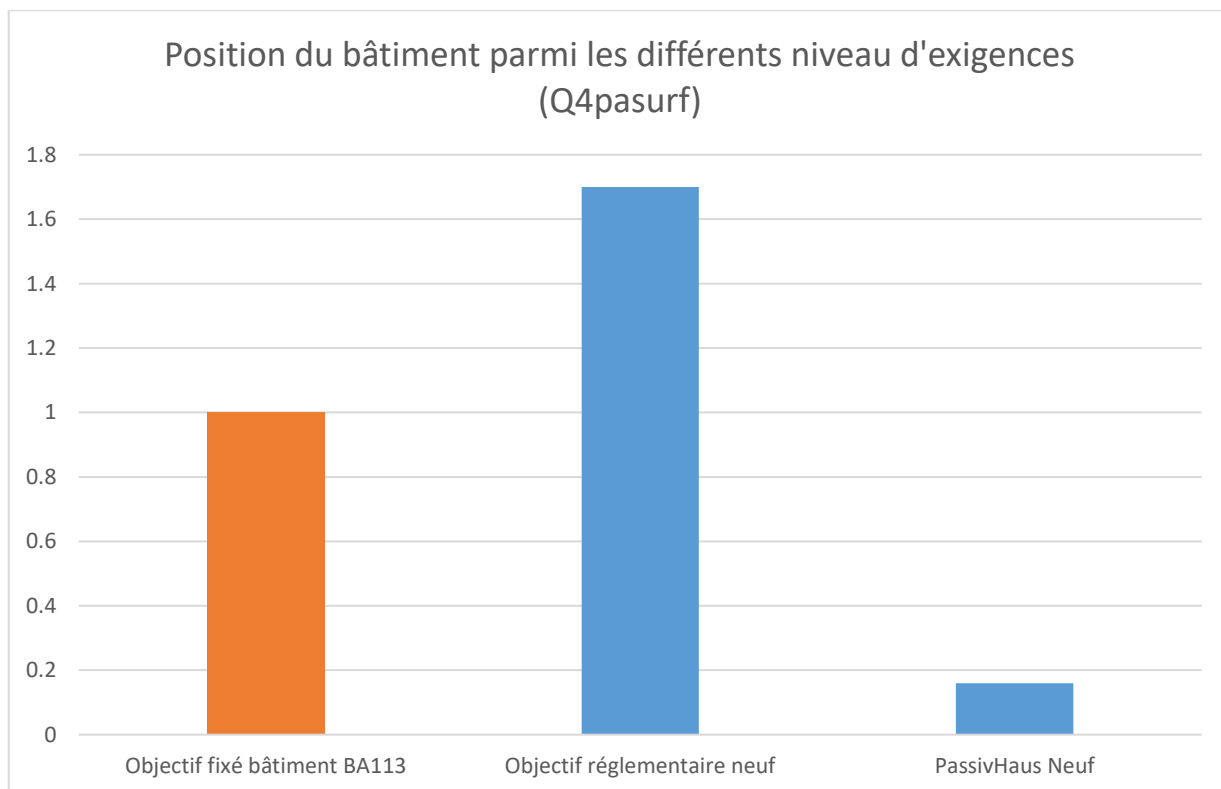
La perméabilité à l'air s'exprime par deux indicateurs :

- ✓ n_{50} , qui est l'indicateur européen. Il représente le taux de renouvellement horaire sous 50 Pascals (Pa). Il est calculé comme le débit d'air qui traverse l'enveloppe du bâtiment sous un différentiel de pression de 50 Pa, rapporté au volume intérieur du bâtiment.
- ✓ $Q_{4PaSurf}$, qui est l'indicateur de la réglementation thermique française. Il est calculé en rapportant le débit d'air qui traverse l'enveloppe du bâtiment sous un différentiel de pression de 4 Pa, à la surface déperditive hors plancher bas du bâtiment (Surface des murs extérieurs et de la toiture).

Les ordres de grandeur de ces indicateurs sont les suivants :

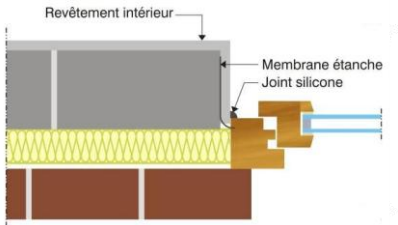
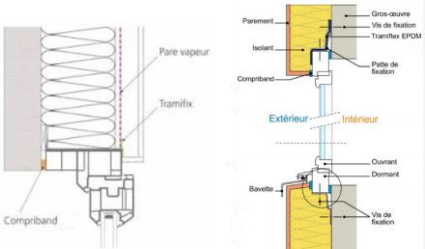
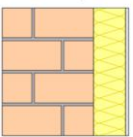
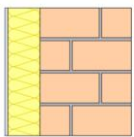
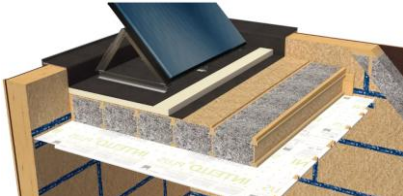
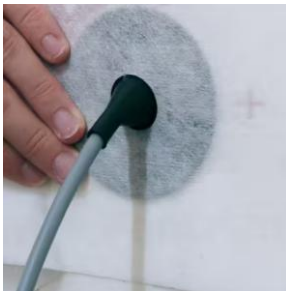
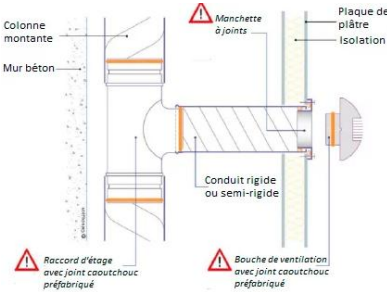
- ✓ Les normes européennes considèrent une valeur de 6 vol/h pour n_{50} lorsqu'il n'est pas mesuré. Cette valeur par défaut est considérée comme pénalisante, mais il n'est pas rare de trouver des bâtiments qui présentent un n_{50} avec une valeur (beaucoup) plus élevée, jusqu'à 10 voire 20 vol/h. Les limites de la réglementation thermique française correspondent à des valeurs de n_{50} aux alentours de 2 à 4 vol/h. Au-delà de ces valeurs, les défauts d'étanchéité à l'air constituent la majeure partie des pertes thermiques du bâtiment. Il est illusoire d'améliorer la performance thermique d'un tel bâtiment en l'isolant simplement : la plus grande partie de la chaleur est évacuée par les courants d'air, et c'est donc ce point qu'il faut traiter en priorité, conjointement avec l'isolation.
- ✓ A l'autre extrémité du spectre, le Passivhaus Institut exige une valeur de $n_{50} \leq 0.60$ vol/h. Des valeurs largement plus faibles sont atteintes sur les bâtiments passifs (0.40, voire 0.20 vol/h). Ces valeurs constituent un idéal qu'il faudrait atteindre dans le neuf, et dont il faudrait se rapprocher en rénovation : l'étanchéité à l'air est le meilleur garant d'une efficacité énergétique sur le long terme.
- ✓ Selon la réglementation en vigueur sur les bâtiments neufs (RE2020), $Q_{4Pa-surf}$ doit être inférieur à 1.70 m³/h.m² pour un bâtiment tertiaire.

2.3.2.3 Valeur d'étude: indicateurs



2.3.2.4 Identification des défauts d'étanchéité à l'air

Malgré le bon niveau d'étanchéité à l'air du bâtiment, plusieurs anomalies sans gravité ont été observées, indiquant des légères faiblesses de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe :

Point d'étanchéité	Solution / Schéma technique	Commentaires
		L'application de membrane autour des menuiseries permet de garantir une bonne étanchéité.
		La mise en place d'une bande d'étanchéité compriband (de marque Illbruck, gamme illmod 600 ou équivalent) est essentielle pour garantir la bonne étanchéité du dormant de menuiserie.
	Isolation intérieure Mur côté froid  Extérieur Intérieur Isolation extérieure Mur côté chaud  Extérieur Intérieur	L'application d'une membrane d'étanchéité / plâtre projeté (aéroblue ou équivalent) est à appliquer du côté chaud de la paroi.
-		La continuité entre les jonctions d'éléments est à soigner pour garantir une étanchéité à l'air optimale.
	 Colonne montante Mur béton Manchette à joints Plaque de plâtre Isolation Conduit rigide ou semi-rigide Raccord d'étage avec joint caoutchouc préfabriqué Bouche de ventilation avec joint caoutchouc préfabriqué	Toute perforation doit être rebouchée et rendue étanche par l'application de patch ou manchettes d'étanchéité à l'air.

		La mise en place de bouchons de gaine permettra de garantir une étanchéité à l'air optimale.
	-	Toute perforation des membranes pour l'introduction de gaines électriques dans la boîte d'encastrement devra garantir au maximum l'étanchéité à l'air.

2.3.2.5 Synthèse

Analyse

Le traitement de l'étanchéité à l'air est primordial pour garantir un confort optimal.

Les éléments cités dans cette section sont des points critiques à mettre en œuvre pour garantir une bonne étanchéité à l'air.

Un test de perméabilité à l'air est fortement conseillé en cours de chantier. (au clos couvert)

A la vue de l'objectif fixé ($1.00 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$), un test de perméabilité à l'air est obligatoire à réception du bâtiment.

Ces tests permettront d'identifier les principaux défauts d'étanchéité à l'air et confirmer l'atteinte de l'objectif fixé.

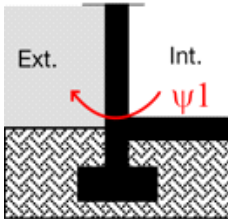
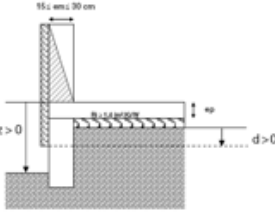
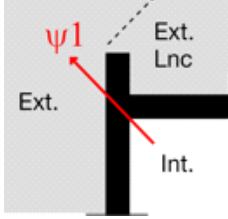
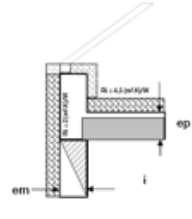
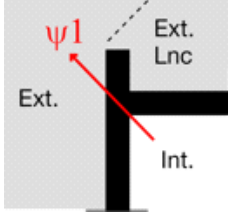
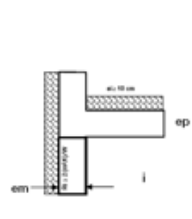
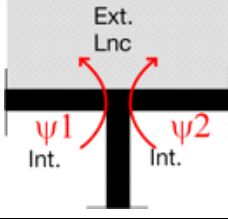
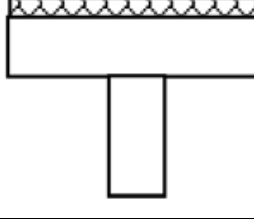
2.3.3 Ponts thermiques

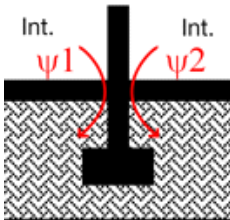
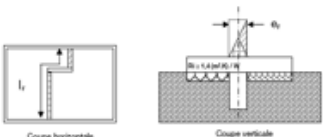
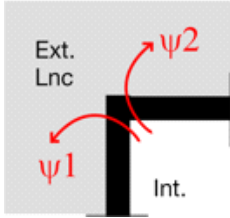
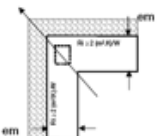
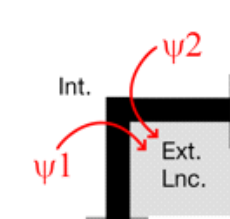
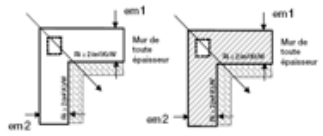
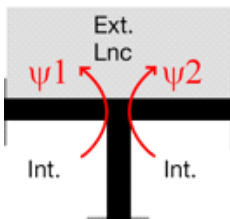
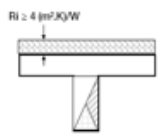
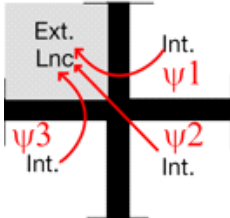
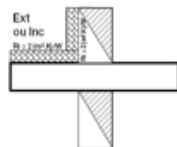
Les tableaux de cette section décrivent la manière dont les ponts thermiques du bâtiment doivent être traités. Les ponts thermiques sont essentiellement situés aux liaisons entre éléments constructifs (dalles, murs, refends, menuiseries, etc.) ou de manière intégrée (alternance montant bois/isolant d'une ossature bois). Ces derniers sont traités dans la section « Compositions de paroi ». Le traitement des ponts thermiques représentés dans cette section est à respecter pour se conformer aux exigences de la RE2020.

La chaleur perdue par un pont thermique est représentée par la valeur ψ en W/m.K. Selon les configurations géométriques, il peut être décomposé en 1, 2 ou 3 composantes.

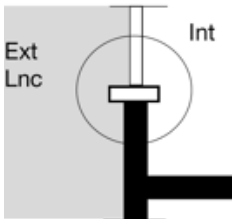
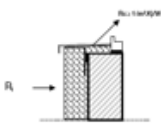
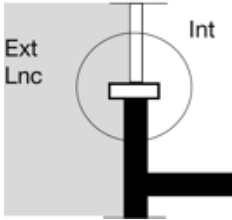
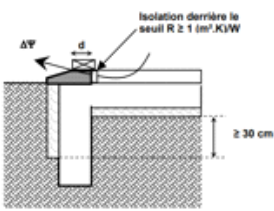
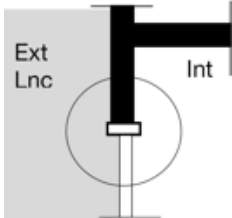
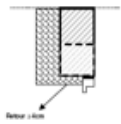
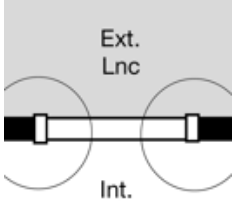
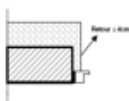
Sévérité du pont thermique		
Important $y > 0.5 \text{ W/m.K}$	moyen $0.2 \leq y \leq 0.5 \text{ W/m.K}$	faible $y \leq 0.2 \text{ W/m.K}$

2.3.3.1 Ponts thermiques linéiques structurels du bâtiment

Nom	ψ	ψ_1	ψ_2	ψ_3	Traitement du pont thermique	
ITE 1.1.01-Dallage isolé en sous-face Classe : 1.1	0.27	0.27	0.00	0.00		
ITE 3.1.07-Mur d'appui béton avec remontée d'isolant - mur bas béton ou maç. courante avec Pl. entrevous Classe : 3.1	0.29	0.29	0.00	0.00		
ITE 3.1.01-Mur bas béton et Pl. béton sans remontée d'isolant Classe : 3.1	0.74	0.74	0.00	0.00		
d.2 - BB ITE - BB Classe : 4.3	0.08	0.04	0.04	0.00		

DC 1.1.1-Soubassement béton Classe : DC 1.1	0.26	0.13	0.13	0.00		 Coupe horizontale Coupe verticale
ITE 4.1.1-Murs béton Classe : 4.1	0.15	0.08	0.08	0.00		
ITE 4.2.1 angle rentrant Classe : 4.2	0.03	0.02	0.02	0.00		
DC 2.1.1-Pl. en béton plein ou en béton cellulaire isolé au-dessus Classe : DC 2.1	0.02	0.01	0.01	0.00		 Ri ≥ 4 (m²K)/W
ITE 3.2.1 Classe : 3.2	0.03	0.00	0.03	0.00		 Ext ou lnc Ri ≥ 2 (m²K)/W

2.3.3.2 Ponts thermiques linéiques menuiseries du bâtiment

Nom	ψ	ψ_1	ψ_2	ψ_3	Traitement du pont thermique	
ITE 5.1.3-Appui au droit int. avec correction isol. sous capot métall. Classe : 5.1	0.37	0.37	0.00	0.00		
ITE.6.2.b-Pl. bas sur terre-plein isolé en sous face sans remontée d'isolant Classe : 5.1	0.21	0.21	0.00	0.00		
ITE 5.2.3-Menuiserie au droit int. du mur Classe : 5.2	0.11	0.11	0.00	0.00		
ITE 5.3.3-Menuiserie au droit int. du mur Classe : 5.3	0.11	0.11	0.00	0.00		

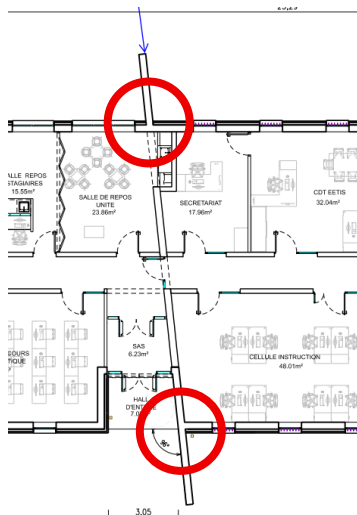
2.3.3.3 Ponts thermiques linéiques spécifiques du bâtiment

2.3.3.3.1 Ponts thermiques sans traitement

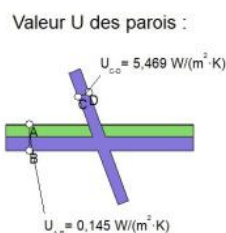
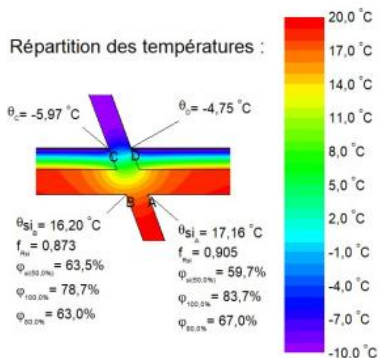
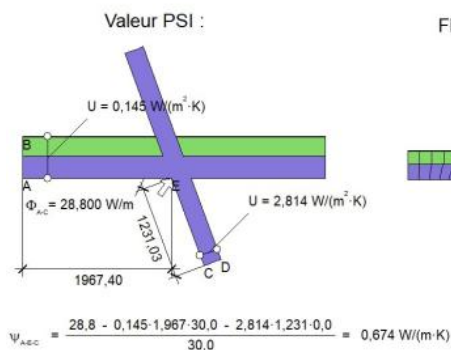
Cette section évoque les ponts thermiques tels que pensé initialement.

Les ponts thermiques sont pour certains un peu élevés mais cela ne remet pas en cause la conformité réglementaire.

Refend traversant :

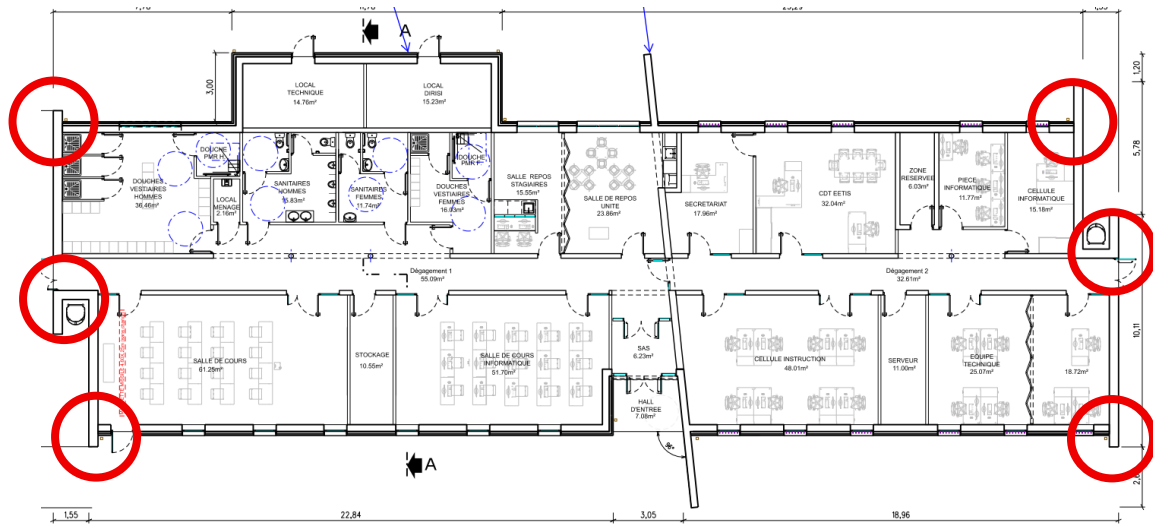


Linéique : Murs extérieurs / refend traversant V2

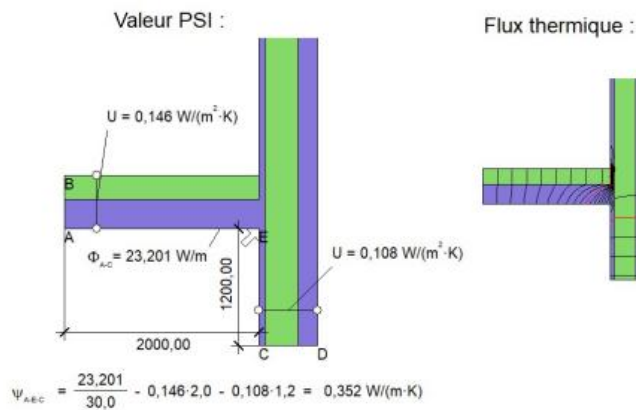


Isolant
Béton

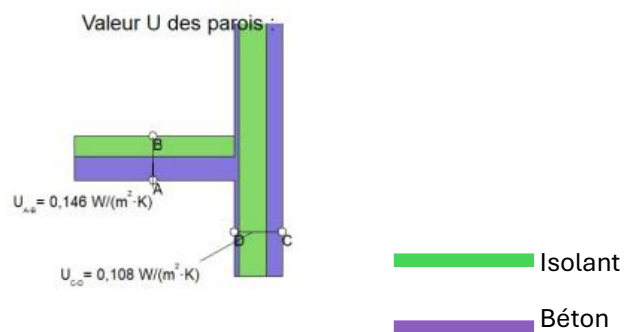
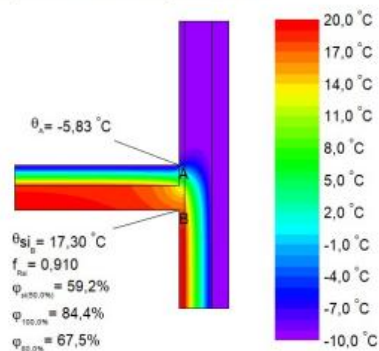
Angle sortant avec continuité du mur :



Linéique : Murs extérieurs / angle sortant



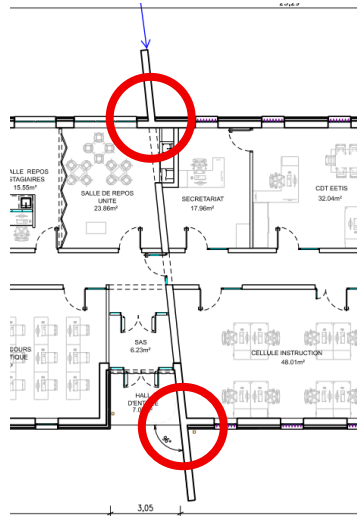
Répartition des températures :



2.3.3.3.2 Ponts thermiques avec traitement (8cm ITE)

Dans cette section les ponts thermiques ont été traités afin de les améliorer.

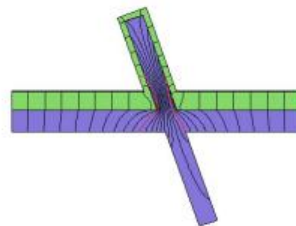
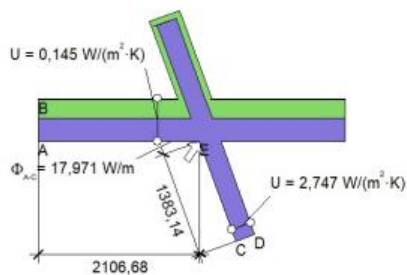
Refend traversant :



Linéique : Murs extérieurs / refend traversant traité ITE V2

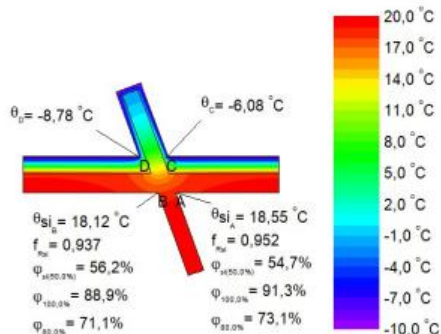
Valeur PSI :

Flux thermique :

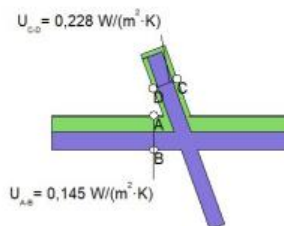


$$\Psi_{A-B-C} = \frac{17,971 - 0,145 \cdot 2,107 \cdot 30,0 - 2,747 \cdot 1,383 \cdot 0,0}{30,0} = 0,293 \text{ W/(m·K)}$$

Répartition des températures :



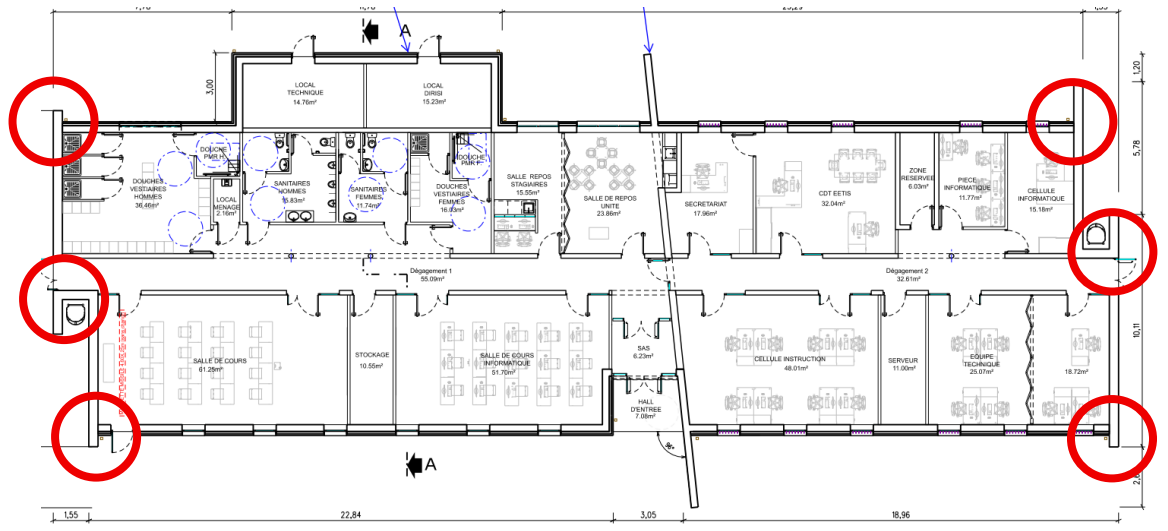
Valeur U des parois :



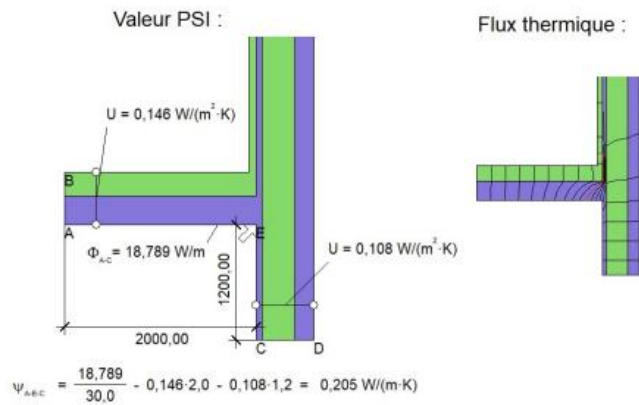
Isolant

Béton

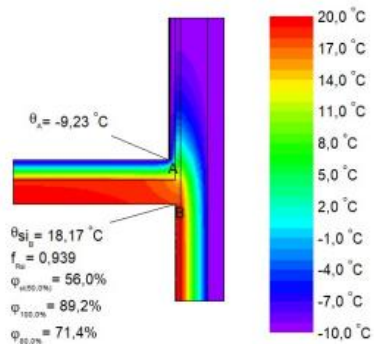
Angle sortant avec continuité du mur :



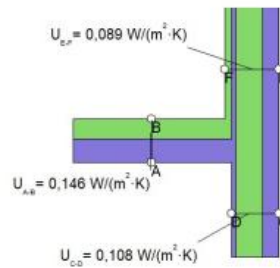
Linéique : Murs extérieurs / angle sortant ITE



Répartition des températures :



Valeur U des parois :



Isolant
 Béton

2.3.3.4 Synthèse

Analyse

Les ponts thermiques étudiés ont une valeur PSI assez moyenne.

- Refend traversant :
 - $\Psi_{\text{initial}} = 0,674 \text{ W/(m.K)}$
- Angle sortant :
 - $\Psi_{\text{initial}} = 0,352 \text{ W/(m.K)}$

Après traitement par une continuité d'isolant extérieur d'une épaisseur de 8cm, les valeurs de PSI sont les suivantes :

- Refend traversant :
 - $\Psi_{\text{traité}} = 0,293 \text{ W/(m.K)}$
- Angle sortant :
 - $\Psi_{\text{traité}} = 0,205 \text{ W/(m.K)}$

Ce traitement permet de rendre ces ponts thermiques moins significatifs, et par conséquent de réduire leur impact sur les consommations énergétiques.

Il est donc important, pour un confort optimal, et une consommation d'énergie amoindrie, de traiter ces ponts thermiques.

III. Glossaire

Termes	Définition
Cep	Consommation d'énergie primaire ($\text{kWh}_{\text{ep}}/\text{m}^2.\text{an}$)
CESI	Chauffe-Eau Solaire Individuel
Conductivité thermique (U)	Quantité de chaleur traversant chaque m^2 de paroi pour une différence d'un degré ($^{\circ}\text{C}$ ou K) : plus la conductivité thermique est grande, plus la paroi est déperditive. Elle se calcule en $\text{W}/\text{m}^2.\text{K}$.
COP	Coefficient de performance d'une pompe à chaleur (PAC). C'est le rapport entre la quantité de chaleur cédée par le condenseur à l'énergie utilisée par le compresseur.
Déperditions thermiques	Représentent les pertes thermiques (Watt) et donc la puissance thermique nécessaire pour chauffer la pièce ou le bâtiment
ECS	Eau Chaude Sanitaire
ECS thermodynamique	Système de production d'eau chaude sanitaire couplé à un système thermodynamique (pompe à chaleur), permettant de récupérer les calories dans l'air d'une pièce chauffée ou non-chauffée ou de l'extérieur pour les transmettre à l'eau du ballon
Energie primaire (EP)	C'est l'énergie qui est extraite de l'environnement pour fournir l'énergie finale, celle qui est facturée aux utilisateurs (après transformation (p.ex. centrales) et acheminement).
EnR	Energie renouvelable
Enveloppe thermique	Ensemble des éléments séparant l'intérieur (chauffé et/ou refroidi) d'un bâtiment de l'extérieur et des volumes non chauffés (dalles, plafonds ou toitures, murs, fenêtres, portes).
Etiquette énergétique	Permet une classification énergétique sous forme de lettre (de A à G pour le logement individuel et collectif, et de A à I pour le tertiaire). Elle permet d'évaluer l'impact de la consommation énergétique qui est indiquée en kWep/m^2 par an. Elle est généralement accompagnée d'une étiquette « climat », qui évalue l'impact du bâtiment en termes de rejet de gaz à effet de serre en kg de CO_2/m^2 par an
Free-cooling	Technique qui consiste, en été, à refroidir un bâtiment par ventilation en utilisant l'énergie gratuite de l'air extérieur lorsque celui-ci présente une température inférieure à la température intérieure (généralement la nuit).
GES	Gaz à Effet de Serre (généralement exprimé en $\text{kg CO}_2/\text{m}^2/\text{an}$)
Inertie thermique	Capacité d'une paroi (ou d'un corps en général) d'absorber la chaleur et de la restituer lentement. Plus l'inertie d'un bâtiment est importante, meilleure est la protection contre la surchauffe d'été.
Infiltrométrie	Test d'étanchéité à l'air à l'aide de ventilateur(s) permettant de créer une surpression ou une dépression dans le bâtiment. Un ordinateur calculera le débit de fuite et la surface de fuite correspondante.
LNC	Local non chauffé
n_{50}	Taux de renouvellement d'air à 50 Pascals
NF EN 13829	Norme française et européenne décrivant les objectifs, les conditions et les méthodes de mesure de la perméabilité à l'air de l'enveloppe des bâtiments.
NF EN 12 831	Norme française et européenne décrivant les objectifs, les conditions et les méthodes de calcul des déperditions thermiques
Ouvrant / Dormant	L'ouvrant est la partie d'une menuiserie qui s'ouvre ; le dormant, celle qui reste fixe.

Termes	Définition
PAC	Pompe à chaleur. Machine thermodynamique permettant d'extraire de la chaleur d'une source froide (air extérieur, sol, nappe phréatique) et de la porter à une température supérieure pour chauffer un local ou un bâtiment. Elles sont généralement réversibles et permettent alors de refroidir le bâtiment.
Panneau photovoltaïque	Appareil permettant de produire de l'électricité à partir de l'énergie solaire.
Panneau solaire thermique	Appareil permettant de récupérer l'énergie solaire pour chauffer le bâtiment ou l'eau chaude sanitaire.
Perméabilité à l'air sous 4 Pascals	Voir Q4 Pa-surf
Q4 Pa-surf	Rapport du débit de fuite du bâtiment sous 4 Pascals à la surface de parois froides du bâtiment (murs et toiture). Exigence de la RT2012 pour les maisons individuelles : $Q4Pa-surf \leq 0.6 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$. En RT2012/RE2020, sa mesure par un opérateur autorisé (voir site https://rt-re-batiment.developpement-durable.gouv.fr/) est obligatoire à la réception d'un bâtiment de logement.
Résistance thermique (R)	C'est la résistance qu'une épaisseur de matériau oppose au passage de la chaleur. Elle est égale à l'inverse de la conductivité thermique U ($R = 1/U$) et est exprimée en $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$.
SH	Surface habitable (en m^2)
SHONRT	Surface Hors Œuvre Nette au sens de la réglementation thermique (en m^2)
SSC	Système Solaire Combiné : fournit (une partie) des besoins thermiques pour l'eau chaude sanitaire <i>et le chauffage</i> du bâtiment à partir de l'énergie solaire (thermique).
Ubat	Coefficient moyen de déperdition par les parois et les baies du bâtiment ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)
Ud	Conductivité globale d'une porte ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)
Uf	Coefficient thermique du châssis de la fenêtre ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)
Ug	Coefficient thermique du vitrage ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)
Uw	Coefficient de transmission thermique de l'ensemble d'une fenêtre ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)
VMC DF	Ventilation Mécanique Contrôlée Double Flux
VMC SF	Ventilation Mécanique Contrôlée Simple Flux
Volume chauffé	C'est le volume intérieur chauffé d'une enveloppe bâtie hors sous-sol, combles non aménagés, garage, vérandas, annexes, etc...
W-Th-C	Puissance moyenne consommée pondérée, calculée en mesurant la consommation du ventilateur pendant 22h en petite vitesse et 2h en grande en vitesse pour un système de ventilation. Cette consommation journalière est alors ramenée à une consommation horaire.
λ (lambda)	Coefficient de conductivité thermique d'un matériau. Son unité est le $\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$. Il indique le flux de chaleur qui traverse 1m^2 d'une épaisseur de 1m de matériau pour une différence de température de 1 degré. Plus le coefficient est faible, plus le matériau est isolant (un matériau est considéré comme isolant si $\lambda \leq 0.060 \text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$).