

ETUDE THERMIQUE – PHASE PRO

LABELLISATION BATIMENT PASSIF / PASSIVHAUS

NOUVELLE VIGIE D'ISSY– PARIS (75015)



Adresse : Héliport - 4 av Porte de Sèvre 75015 PARIS

Code projet : 25.019

Maître d'ouvrage : Direction Générale de l'Aviation Civile

Architecte : Direction Générale de l'Aviation Civile

Bureau d'études thermiques Passive : Equipe Ingénierie

Equipe Ingénierie

ZA du Mortier Ouest

85610 Cugand

09 84 14 25 04

b.kolakowski@equipe-ing.fr

06/08/2025

SOMMAIRE

1	Objectifs de ce rapport.....	4
2	Principe des constructions passives.....	5
2.1	Historique et concept.....	5
2.2	La philosophie.....	5
2.3	Approche bioclimatique.....	5
2.4	Le PHPP.....	5
2.5	Les solutions habituellement mises en œuvre sur le bâti.....	6
2.6	Les solutions habituellement mises en œuvre sur les équipements.....	6
2.7	Des exemples nombreux et éprouvés.....	7
2.8	Intérêts social, financier et confort.....	7
2.9	Construire passif avec un budget RT2012 / RE2020.....	7
3	Résultats de l'évaluation intermédiaire.....	9
3.1	Positionnement par rapport aux critères de labellisation.....	9
3.2	Remarques spécifiques sur les résultats.....	9
4	Hypothèses de calcul du projet.....	10
4.1	Périmètre de l'étude.....	10
4.2	Compacité.....	11
4.3	Localisation.....	11
4.4	Climat.....	11
4.5	Surface de Référence Energétique et volume chauffé.....	18
4.6	Parois opaques.....	19
4.7	Inertie.....	23
4.8	Baies vitrées et Portes.....	24
4.9	Sol et sous-sol.....	24
4.10	Ponts thermiques.....	25
4.11	Ventilation.....	25
4.12	Climatisation.....	25
4.13	Chauffage.....	26
4.14	Production d'eau chaude.....	26
4.15	Equipements électriques.....	26
5	Recommandations et déroulement pour l'obtention du label Bâtiment Passif.....	27
5.1	Parois opaques.....	27
5.2	Menuiseries.....	27
5.3	Attestation de mise en Service de la ventilation.....	28

5.4	Test d'étanchéité a l'air	29
5.5	Suivi de chantier et récupération/Archivage des factures	29
5.6	Suivi de chantier et reportage Photo.....	30
6	Bases de calcul	31
7	Bibliographie	31
8	Annexe : Ponts thermiques.....	31



1 Objectifs de ce rapport

Ce rapport intermédiaire a pour objectif de situer, sur la base des informations communiquées, le bâtiment par rapport aux critères de labellisation au standard Bâtiment Passif /Passivhaus appelés rapidement ci-dessous :

			Critères ¹			Critères alternatifs ²
Chauffage						
Besoins de chauffage	[kWh/(m²a)]	≤	15			-
Puissance de chauffage ³	[W/m²]	≤	-			10
Refroidissement						
Refroidissement + besoins de déshumidification	[kWh/(m²a)]	≤	15+contributions à la déshumidification ⁴			Valeurs limites variable ⁵
Puissance de refroidissement ⁶	[W/m²]	≤	-			10
Étanchéité à l'air						
Test d'infiltrométrie n ₅₀	[1/h]	≤	0,6			
Demande en énergie primaire non renouvelable (Ep)			Classique	Plus	Premium	
Demande en Ep	[kWh/(m²a)]	≤	120	Non applicable		-
Demande en énergie primaire renouvelable (Ep-R)^{7,8}			Classique	Plus	Premium	
Demande en Ep-R	[kWh/(m²a)]	≤	60	45	30	±15 kWh/(m²a) de variation...
Production d'énergie renouvelable (par rapport à l'emprise au sol du bâtiment)	[kWh/(m²a)]	≥	-	60	120	...en fonction des capacités de production d'Ep-R

¹ Les critères et critères alternatifs s'appliquent pour toutes les zones climatiques. La surface de référence pour toutes les valeurs limites est la Surface de Référence Énergétique (SRE) calculée selon la dernière version du PHPP (exceptions : la production d'énergie renouvelable se réfère à l'emprise du bâtiment au sol et l'étanchéité à l'air est liée au volume d'air net).

² Deux critères alternatifs qui sont dans un même cadre à double bordure peuvent remplacer les valeurs de la colonne « Critères ».

³ La puissance de chauffage calculée selon le PHPP est applicable. Des puissances de chauffe des reprises en température après des baisses ne sont pas prises en compte.

⁴ Les valeurs limites dépendent des données climatiques, du taux de renouvellement d'air et des sources d'humidité internes (calculs dans le PHPP).

⁵ Les valeurs limites dépendent des données climatiques, du taux de renouvellement d'air et des sources de chaleur et d'humidité internes (calculs dans le PHPP).

⁶ La puissance de refroidissement calculée selon le PHPP est applicable. Dans le cas de charges de chaleur internes supérieures à 2.1 W/m², la valeur limite augmentera autant que la différence entre les charges de chaleur internes réelles et 2.1 W/m².

⁷ Les consommations d'énergie du chauffage, du refroidissement, de la déshumidification, de l'ECS, de l'éclairage, de l'électricité auxiliaire et de l'électroménager sont incluses. La valeur limite s'applique pour les bâtiments résidentiels et les bâtiments éducatifs et administratifs classiques. Dans le cas de bâtiments s'écartant de ces utilisations, si une très forte consommation d'électricité apparaît, alors la valeur limite peut être dépassée après avoir consulté le labellisateur. Des preuves d'une utilisation efficace de l'électricité sont nécessaires dans ce cas.

⁸ Les exigences pour les besoins en Ep-R et la production d'énergie renouvelable ont été introduites pour la première fois en 2015. La méthode de vérification souhaitée peut être choisie dans la feuille « Vérification » du PHPP 9. Le 1^{er} profil du facteur d'énergie primaire du PHPP doit être utilisé par défaut à moins que le PHI ait spécifié d'autres valeurs nationales.

Ce rapport sert aussi à vous signaler les points importants qui pourront avoir un impact pour la certification finale. Les critères de labélisation sont simples et mesurables.

Pour l'élaboration de bâtiment neuf la labellisation faite selon le Passivhaus institut est le **PHPP**

A l'achèvement des travaux : La certification doit être donnée par un organisme indépendant. Un seul existe en France : La Maison Passive située à Paris.

Dans tous les cas les contraintes principales sont les suivantes en Europe centrale :

Aux critères présentés dans le tableau ci-dessus s'ajoute :

- **Surchauffe ≤ 10 %** au-dessus de 25°C de température intérieure.

2 Principe des constructions passives

2.1 Historique et concept

Le concept de maison passive est d'origine Suédoise, Danoise et Allemande principalement, où le climat peut être particulièrement rude. Le premier label passif a été créé en 1988 par le professeur Bo Adamson de l'université de Lund en Suède.

Par la suite, Le Dr Feist fondera la Passivhaus institut en 1990 en Allemagne. Des méthodes de mesures et calculs seront alors créés et améliorées permettant de définir les critères de certification pour la conception de constructions passives.

2.2 La philosophie

Il est possible aujourd'hui de construire des bâtiments n'ayant pas besoin de rénovation énergétique sur sa durée de vie totale. Les constructions passives ont le meilleur rapport qualité / cout global / bilan énergétique sur le marché.

Le concept de bâtiment passif, consiste à se concentrer sur la conception du bâti afin de diminuer, de façon drastique, ses besoins de chauffage.

Ceci permet d'effectuer des économies durables sur la consommation d'énergie utile et sur les énergies primaires.

Ce type de construction est complémentaire avec l'utilisation de la production de chaleur venant d'énergies renouvelables, ces dernières étant particulièrement adaptées pour les constructions neuves non énergivores.

Les énergies primaires n'étant pas infinies et ayant un coût croissant chaque année, le bâtiment passif apparaît comme une solution d'avenir.

Nos projets donnent comme résultat une amélioration de 60 à 70% des minimas imposés par la RE2020.

2.3 Approche bioclimatique

La conception d'une construction passive se base sur six grands principes :

- Isolation thermique renforcée, fenêtres de grande qualité
- Suppression des ponts thermiques
- Excellente étanchéité à l'air
- Ventilation double flux (avec récupération de chaleur)
- Captation optimale, mais passive de l'énergie solaire et des calories du sol
- Limitation des consommations d'énergie des appareils ménagers

La certification des projets est pilotée par le PASSIVHAUS INSTITUT au niveau mondial.

2.4 Le PHPP

Passive House Planning Package : il est constitué d'un logiciel fonctionnant sous Excel et d'un manuel expliquant la saisie sur ledit logiciel et rappelant les principes de la conception d'un bâtiment passif.

Ce logiciel effectue des approximations mensuelles pour réaliser les calculs et ne peut être considéré comme un logiciel dynamique. Cependant, il a été validé par d'autres outils et par l'expérience sur plus de 200 constructions. Il est, ainsi, utilisé pour établir la certification passive d'un bâtiment.

2.5 Les solutions habituellement mises en œuvre sur le bâti

Pour arriver au standard Passif, nous appliquerons les solutions suivantes :

Le **Plancher Bas** devra avoir une isolation qui permettra d'obtenir un coefficient de transmission thermique inférieur à $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$: **$U < 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$**

Les **Murs extérieurs** devront être **isolés par l'extérieur** afin de supprimer les ponts thermiques liés aux planchers et au refends. L'isolation devra permettre d'obtenir un coefficient de transmission thermique inférieur à $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$: **$U < 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$**

Les **Toitures** (terrasse ou pentue) devront avoir une isolation qui permettra d'obtenir un coefficient de transmission thermique inférieur à $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$: **$U < 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$**

Les Fenêtres ont deux rôles primordiaux, d'une part elles doivent permettre aux apports solaires de chauffer le bâtiment ; et d'autre part de limiter les déperditions de chaleurs.

- La fenêtre sera de type triple vitrage avec un $U_f < 0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- Les châssis devront avoir un $U_g < 1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- Le vitrage devra donc avoir un coefficient global de transmission d'énergie (soleil) $g \geq 50 \%$

Afin de supprimer les risques de surchauffes liés aux apports solaire il sera mis en place des Brise Soleil Orientables.

Le coefficient de transmission thermique U :

Caractérise la quantité de chaleur traversant une paroi en régime permanent, par unité de temps, par unité de surface et par unité de différence de température entre les ambiances situées de part et d'autre de ladite paroi.

2.6 Les solutions habituellement mises en œuvre sur les équipements

Pour arriver au standard Passif, nous appliquons généralement les solutions suivantes :

La **ventilation** sera de type double flux collective avec échangeur rotatif. La **récupération d'énergie** (supérieure à **80%**) permet de fortement limiter les déperditions aérauliques, elle sera certifiée PHI. Le fait d'inverser la ventilation permet de mettre le groupe en sous-sol et donc de limiter l'impact visuel.

La **production d'Eau Chaude Sanitaire (ECS)** est étudiée en fonction de la consommation du projet.

Pour de très faibles besoins en ECS, des ballons individuels de petites dimensions sont suffisants.

Pour des consommations plus importantes (logements par exemple) différentes solutions sont étudiées (PAC, eau chaude solaire, récupération sur eaux grises...).

L'appoint de **chauffage** sera assuré par des convecteurs électriques ainsi que des sèches serviettes dans les salles de bains pour les logements.

La mise en place de panneaux solaires photovoltaïque en autoconsommation ou revente peut être étudiée.

2.7 Des exemples nombreux et éprouvés

Le premier bâtiment passif a été construite à Darmstad en 1991.

Il s'agit de 4 logements toujours occupés.

Après 29 ans d'utilisation et sans aucune rénovation thermique depuis la construction la moyenne des besoins de chauffage mesurés a été de 9.2kWh/an/m², soit un coût de chauffage au gaz pour un logement de 80m² de 44€TTC/an.

La moyenne de la consommation finale totale d'énergie (compris usages domestiques) est de 32kWh/an/m². Soit une dépense énergétique totale pour un logement de 80m² de 280€TTC/an.



Depuis plus de 100 projets de logements collectifs ont été certifiés passifs de l'immeuble à 2 logements jusqu'à un ensemble immobilier de 444 logements.

Sources :

1^{ère} maison passive Maison darmstad : [PASSIPEDIA](#)

Projets passifs certifiés : [BASE DE DONNEE PASSIF](#)

De nombreux bailleurs sociaux travaillent sur le développement des constructions passives (LES TOITS VOSGIENS, NANTES HABITAT, HABITAT 44, OPH Orléans, Ville de Paris, Vilogia, Habitat Picardie, Limoges Habitat...)

2.8 Intérêts social, financier et confort

L'ensemble des constructions sont adaptés aux constructions passives :

- Diminution des charges énergétiques
- Diminution de la maintenance (équipements techniques plus simple, moins d'entretien)
- Confort d'usage accru
- Pas de rénovation lourde à long terme.
- Un bâti sain et pérenne (pas de problème de condensation via les ponts thermiques)
- Diminution des émissions de CO₂
- Diminution des pics d'approvisionnement énergétique en hivers et en été.

2.9 Construire passif avec un budget RT2012 / RE2020

Le coût d'un bâtiment n'est pas lié à son efficacité énergétique mais à sa conception tant architecturale que technique.

Si le projet est conçu dès le départ en tenant compte des optimisations liées au passif il est possible de construire des bureaux ou équipement dans les ratios de prix standards.

Aujourd'hui, tant pour nos projets de tertiaires que de logements collectifs nous constatons que le standard Passivhaus engendre une moins-value à l'investissement de 2 à 5% du budget global par rapport au seuil 2025 de la RE2020.

Ceci est dû à 4 facteurs principaux :

- Diminution des coûts des produits efficaces énergétiquement sur l'enveloppe (ITE, menuiseries performantes, ventilation double flux, récupérateurs de chaleur sur les eaux grises)
- Simplicité et taille beaucoup plus faibles des équipements techniques des bâtiments passifs.
- Optimisation du rapport SU ou SHAB / surfaces planchers des bâtiments passifs.

- Augmentation du coût de la construction des bâtiments seuils RE2025 du fait de la complexification des systèmes énergétiques.

Le standard passif se généralisera tout simplement parce qu'ils coûtent moins cher que les bâtiments RE2025 ou 2028



3 Résultats de l'évaluation intermédiaire

3.1 Positionnement par rapport aux critères de labellisation

La synthèse des résultats de l'étude intermédiaire composé d'extraits du codage certificateur logiciel PHPP_10.3 et codé sur la base des données fournies par sont reportés ci-dessous pour le label Bâtiment passif/Passivhaus.

3.2 Remarques spécifiques sur les résultats

Sur la base des hypothèses décrites plus loin (qui seront bien sûr à valider et/ou compléter à réception), **le bâtiment semble conforme aux critères du label Bâtiment Passif/Passivhaus** catégorie **Classique**.

Specific building characteristics with reference to the treated floor area								
		Treated floor area m²	104,5		Criteria	Alternative criteria		Fulfilled?²
Space heating	Heating demand kWh/(m²a)		4,02	≤	15	-		Yes
	Heating load W/m²		4,30	≤	-	10		
Space cooling	Cooling & dehum. demand kWh/(m²a)		54,04	≤	55			Yes
	Frequency of overheating (> 25 °C) %		-	≤	-			-
	Frequency of excessively high humidity (> 12 g/kg) %		0	≤	10			Yes
Airtightness	Pressurisation test result n ₅₀ 1/h		0,6	≤	0,6			Yes
Non-renewable Primary Energy (PE)	PE demand kWh/(m²a)		460	≤	-			-
Primary Energy Renewable (PER)	PER demand kWh/(m²a)		209	≤	60	75		No
	Renew. energy generation (in rel. to projected building footprint area) kWh/(m²a)		0	≥	-	11		

² Empty field: data missing; '-': No requirement

Figure 1 : Résultat PHPP

Veuillez noter que le projet ne respecte pas le critère de consommation en énergie primaire pour l'obtention du label Passif. En effet, la valeur atteinte est de 208 kWh/m²a, et le seuil de consommation est fixé à 60 kWh/m²a.

Ces fortes consommations sont liées directement aux équipements de PROCESS (serveurs, équipements de la vigie) du bâtiment. Leurs puissances rapportées à la surface du bâtiment sont très importantes.

On remarque également de forts besoins de refroidissement, très proches de la limite de 55kWh/m².a. Ces forts besoins sont directement liés à l'absence de protections solaires de la vigie.

Nous vous conseillons d'orienter le projet vers les solutions qui permettront de réduire les apports solaires : Protection solaires mobiles, vitrage à contrôle solaire, diminution des apports internes, etc.

4 Hypothèses de calcul du projet

4.1 Périmètre de l'étude

Nous retenons pour périmètre de l'étude l'ensemble des locaux du bâtiment, hors le local vélos et le local technique situés sous la vigie.

Sont inclus dans l'étude toutes les surfaces comprises dans le périmètre représenté en rouge dans les plans de niveau suivants :

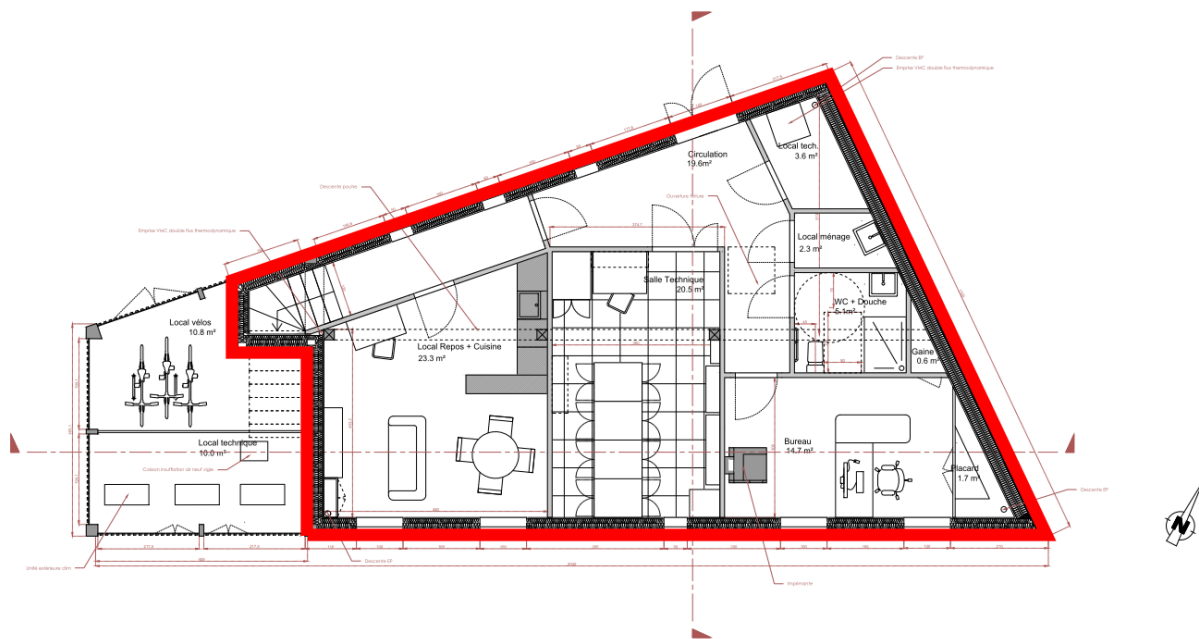


Figure 2 : RDC

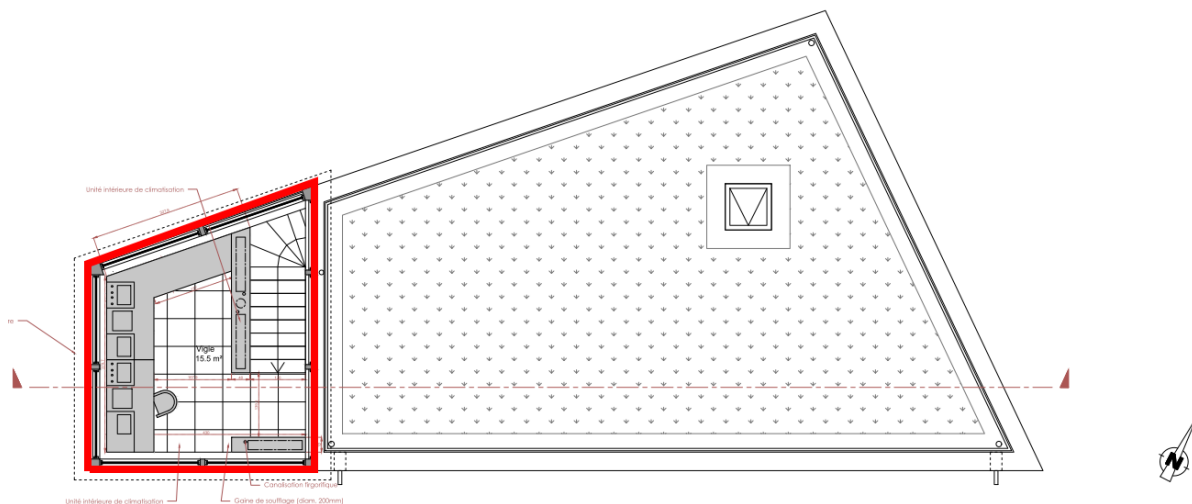


Figure 3 : R+1

4.2 Compacité

Surface extérieures : 511 m²

Volume intérieur : 294 m³

Coefficient de forme – CF : 1,70

Le projet présente des volumes peu compacts. Ce manque de compacité est compensé par des murs de façades en ossature bois, étanchés à l'air et à faible inertie. Ce principe structurel permet de minimiser les ponts thermiques.

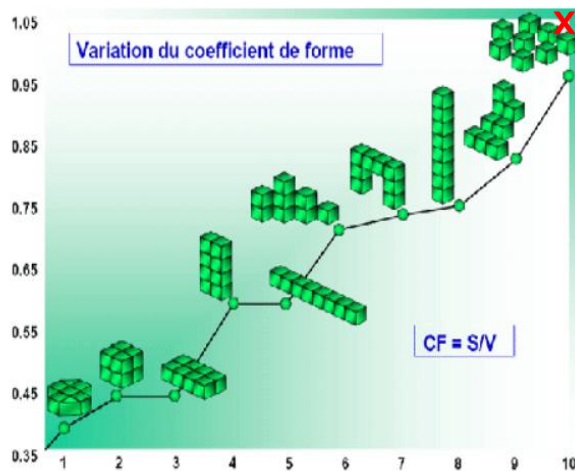


Figure 4 : Compacité

4.3 Localisation

Le projet est situé à Paris (75). L'altitude du bâtiment est prise à 32 m au-dessus du niveau de la mer.

4.4 Climat

4.4.1 TEMPERATURES ET RESSOURCE SOLAIRE

La station climatique du PHPP choisie est celle de Paris. Après correction d'altitude les données climatiques moyennes mensuelles sont les suivantes :

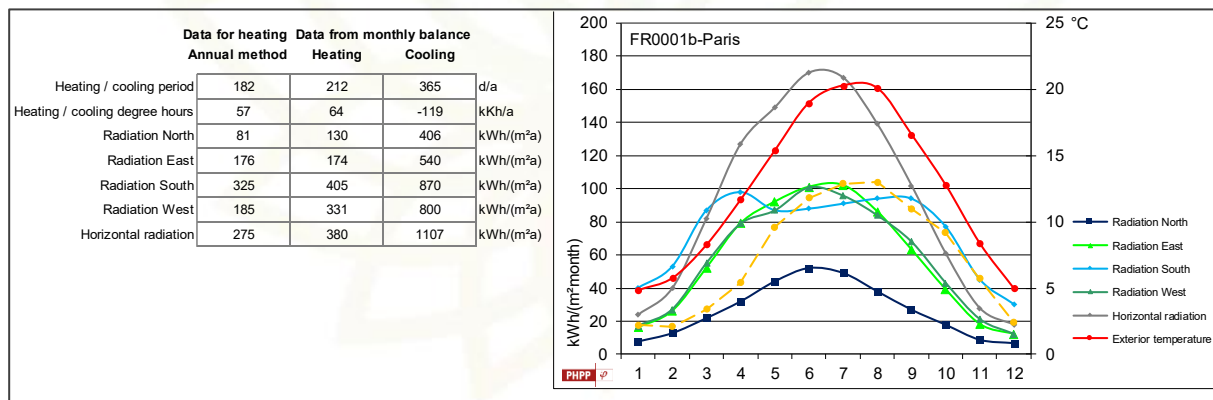


Figure 5 : Climat Paris

4.4.2 SURCHAUFFE D'ETE

Le seul moyen actuellement de prévoir l'avenir est de se baser sur l'expérience du passé. Les données climatiques mises en œuvre dans le PHPP sont issues de données trentenaires mesurées sur la période 1990-2020. Elles servent entre autres au calcul de la surchauffe d'été, sans extrapolation quant à l'évolution possible future du climat. Les extrapolations sont encore dans nos régions sujettes à discussion et pour une question de rigueur scientifique, ne sont pas intégrées directement au calcul. Ainsi, la surchauffe d'été calculée par le PHPP pourrait ne pas tenir compte pleinement du changement climatique à venir.

Vous trouverez ci-après une prévision de l'évolution des températures d'ici à 2050 tels qu'envisagé par les projections du GIEC (IPCC en Anglais) du rapport à destination des gouvernements de 2013. En fonction du scénario choisi on observe une augmentation comprise entre 0.5°C et 2°C pour l'horizon 2050. Le Scénario RCP2.6 est le plus optimiste requérant un revirement majeur des politiques internationales en termes d'émissions de gaz à effet de serres, et le RCP8.5 le plus pessimiste avec une prévision sans aucune inflexion par rapport à l'accroissement des émissions actuelles, « business as usual ».

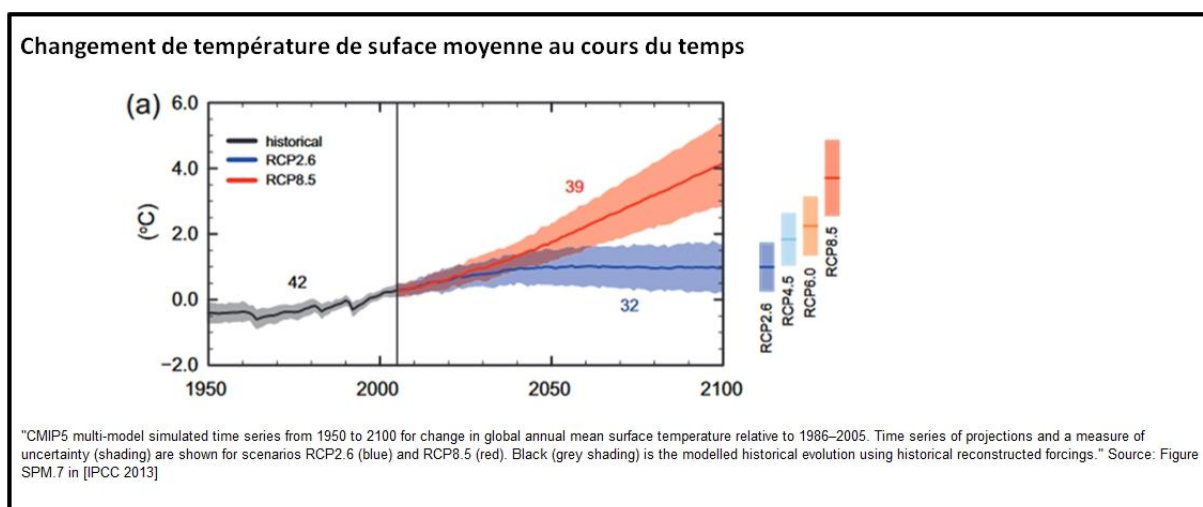


Figure 6 : Projection du GIEC

Nous avons simulé l'impact qu'aurait une augmentation de la température moyenne de +1,5°C, +3°C et 4,5°C correspondant à des climats horizon 2050-2100, sur la zone climatique de ce projet. Les résultats vous sont présentés ci-dessous.

Specific building characteristics with reference to the treated floor area									
		Treated floor area	m²	104,5		Criteria	Alternative criteria		Fulfilled?²
Space heating		Heating demand	kWh/(m²a)	3,91	≤	15	-		Yes
		Heating load	W/m²	4,19	≤	-	10		
Space cooling		Cooling & dehum. demand	kWh/(m²a)	64,68	≤	63			No
		Frequency of overheating (> 25 °C)	%	-	≤	-			-
		Frequency of excessively high humidity (> 12 g/kg)	%	0	≤	10			Yes
Airtightness		Pressurisation test result n ₅₀	1/h	0,6	≤	0,6			Yes
Non-renewable Primary Energy (PE)		PE demand	kWh/(m²a)	466	≤	-			-
Primary Energy Renewable (PER)		PER demand	kWh/(m²a)	210	≤	60	75		No
		Renew. energy generation (in rel. to projected building footprint area)	kWh/(m²a)	0	≥	-	11		
						² Empty field: data missing; -¹: No requirement			

Figure 7 : Résultat PHPP – Scénario GIEC +1,5°C

Specific building characteristics with reference to the treated floor area									
		Treated floor area	m²	104,5		Criteria	Alternative criteria		Fullfilled? ²
Space heating		Heating demand	kWh/(m²a)	3,81	≤	15	-		Yes
		Heating load	W/m²	4,08	≤	-	10		
Space cooling		Cooling & dehum. demand	kWh/(m²a)	76,43	≤	71			No
		Frequency of overheating (> 25 °C)	%	-	≤	-			-
		Frequency of excessively high humidity (> 12 g/kg)	%	0	≤	10			Yes
Airtightness		Pressurisation test result n ₅₀	1/h	0,6	≤	0,6			Yes
Non-renewable Primary Energy (PE)		PE demand	kWh/(m²a)	472	≤	-			-
Primary Energy Renewable (PER)		PER demand	kWh/(m²a)	213	≤	60	75		No
		Renew. energy generation (in rel. to projected building footprint area)	kWh/(m²a)	0	≥	-	11		
						² Empty field: data missing; "-": No requirement			

Figure 8 : Résultat PHPP – Scénario GIEC +3°C

Specific building characteristics with reference to the treated floor area									
		Treated floor area	m²	104,5		Criteria	Alternative criteria		Fullfilled?²
Space heating		Heating demand	kWh/(m²a)	3,72	≤	15	-		Yes
		Heating load	W/m²	3,97	≤	-	10		
Space cooling		Cooling & dehum. demand	kWh/(m²a)	88,78	≤	79			No
		Frequency of overheating (> 25 °C)	%	-	≤	-			-
		Frequency of excessively high humidity (> 12 g/kg)	%	0	≤	10			Yes
Airtightness		Pressurisation test result n50	1/h	0,6	≤	0,6			Yes
Non-renewable Primary Energy (PE)		PE demand	kWh/(m²a)	479	≤	-			-
Primary Energy Renewable (PER)		PER demand	kWh/(m²a)	216	≤	60	75		No
		Renew. energy generation (in rel. to projected building footprint area)	kWh/(m²a)	0	≥	-	11		
									² Empty field: data missing; "-": No requirement

Figure 9 : Résultat PHPP – Scénario GIEC +4,5°C

Dès la 1ère augmentation de température (+1,5°C), les besoins en refroidissement dépassent le critère du label Bâtiment Passif/Passivhaus..

Il conviendra de mettre en place des protections solaires au niveau des châssis de la vigie pour appréhender les élévations de température du climat, limiter les apports solaires et contenir les besoins de refroidissement.

Dans cette optique il est très important d'effectuer également un travail de pédagogie auprès des futurs occupants du bâtiment. Il faudra notamment insister sur l'importance de :

- L'utilisation des protections solaires pendant les pics de chaleur estivaux, et quand les locaux sont inoccupés ;
- La mise en veille voire l'extinction total si possible des équipements électriques intérieurs. Ces derniers sont une source de chaleur important car énergivore et utilisés toute l'année.

Afin de réduire les besoins de refroidissement, nous avons simuler deux solutions techniques visant à maîtriser les apports solaires :

1. La mise en œuvre de Brise-Soleil Orientables sur tous les châssis de la vigie :
2. La mise en œuvre de vitrage à contrôle solaire type SAGE GLASS.

4.4.2.1 Brise-Soleil Orientable

Les résultats présentés ci-dessous sont issus des simulations prenant en compte la mise en œuvre de Brise Soleil Orientable sur tous les châssis de la vîgie.



Specific building characteristics with reference to the treated floor area									
		Treated floor area m²	104,5			Criteria	Alternative criteria		Fulfilled? ²
Space heating		Heating demand kWh/(m²a)	3,98	≤		15	-		Yes
		Heating load W/m²	4,29	≤		-	10		
Space cooling		Cooling & dehum. demand kWh/(m²a)	38,73	≤		55			Yes
		Frequency of overheating (> 25 °C) %	-	≤		-			-
		Frequency of excessively high humidity (> 12 g/kg) %	0	≤		10			Yes
Airtightness		Pressurisation test result n ₅₀ 1/h	0,6	≤		0,6			Yes
Non-renewable Primary Energy (PE)		PE demand kWh/(m²a)	451	≤		-			-
Primary Energy Renewable (PER)		PER demand kWh/(m²a)	205	≤		60	75		No
		Renew. energy generation (in rel. to projected building footprint area) kWh/(m²a)	0	≥		-	11		
² Empty field: data missing; '-': No requirement									

Figure 10 : Résultat PHPP+BSO – Scénario GIEC +0°C

Specific building characteristics with reference to the treated floor area									
		Treated floor area	m²	104,5		Criteria	Alternative criteria		Fullfilled?²
Space heating		Heating demand	kWh/(m²a)	3,87	≤	15	-		
		Heating load	W/m²	4,18	≤	-	10		Yes
Space cooling		Cooling & dehum. demand	kWh/(m²a)	48,06	≤	63			Yes
		Frequency of overheating (> 25 °C)	%	-	≤	-			-
		Frequency of excessively high humidity (> 12 g/kg)	%	0	≤	10			Yes
Airtightness		Pressurisation test result n ₅₀	1/h	0,6	≤	0,6			Yes
Non-renewable Primary Energy (PE)		PE demand	kWh/(m²a)	456	≤	-			-
Primary Energy Renewable (PER)		PER demand	kWh/(m²a)	207	≤	60	75		No
	Renew. energy generation (in rel. to projected building footprint area)	kWh/(m²a)	0	≥	-	11			
² Empty field: data missing; '-': No requirement									

Figure 11 : Résultat PHPP+BSO – Scénario GIEC +1,5°C

Specific building characteristics with reference to the treated floor area										
		Treated floor area	m²	104,5			Criteria	Alternative criteria		Fullfilled?²
Space heating		Heating demand	kWh/(m²a)	3,77	≤		15	-		Yes
		Heating load	W/m²	4,07	≤		-	10		
Space cooling		Cooling & dehum. demand	kWh/(m²a)	58,78	≤		71			Yes
		Frequency of overheating (> 25 °C)	%	-	≤		-			-
		Frequency of excessively high humidity (> 12 g/kg)	%	0	≤		10			Yes
Airtightness		Pressurisation test result n ₅₀	1/h	0,6	≤		0,6			Yes
Non-renewable Primary Energy (PE)			PE demand	kWh/(m²a)	461	≤		-		-
Primary Energy Renewable (PER)			PER demand	kWh/(m²a)	209	≤		60	75	No
		Renew. energy generation (in rel. to projected building footprint area)	kWh/(m²a)	0	≥		-	11		
									² Empty field: data missing; "-": No requirement	

Figure 12 : Résultat PHPP+BSO – Scénario GIEC +3°C

Specific building characteristics with reference to the treated floor area										
		Treated floor area	m²	104,5			Criteria	Alternative criteria		Fullfilled?²
Space heating		Heating demand	kWh/(m²a)	3,68	≤		15	-		Yes
		Heating load	W/m²	3,95	≤		-	10		
Space cooling		Cooling & dehum. demand	kWh/(m²a)	70,38	≤		79			Yes
		Frequency of overheating (> 25 °C)	%	-	≤		-			-
		Frequency of excessively high humidity (> 12 g/kg)	%	0	≤		10			Yes
Airtightness		Pressurisation test result n ₅₀	1/h	0,6	≤		0,6			Yes
Non-renewable Primary Energy (PE)		PE demand	kWh/(m²a)	469	≤		-			-
Primary Energy Renewable (PER)		PER demand	kWh/(m²a)	212	≤		60	75		No
		Renew. energy generation (in rel. to projected building footprint area)	kWh/(m²a)	0	≥		-	11		
									² Empty field: data missing; "-": No requirement	

Figure 13 : Résultat PHPP+BSO – Scénario GIEC +4,5°C

L'impact des brises soleil est considérable puisque même avec un scénario du GIEC à +4°C, les besoins de refroidissement resteraient conformes aux critères du label Bâtiment Passif/Passivhaus.

La performance de ce type de protection est directement liée aux comportements des utilisateurs du bâtiment.

La vigie ayant un besoin d'une visibilité à 360° lors de son utilisation, la mise en œuvre de Brise Soleil pourrait éventuellement gêner les opérateurs ou les obliger à manipuler les brise-soleils, dès que nécessaire.

De trop nombreuses manipulation risquerait d'engendrer une lassitude des utilisateurs qui n'utiliserait plus les protections solaires au profit de système plus actif (climatisation, brasseur d'air...).

4.4.2.2 Vitrage à contrôle solaire

Les résultats présentés ci-dessous sont issus des simulations prenant en compte la mise en œuvre de vitrage à contrôle solaire type SAGE GLASS sur tous les châssis de la vigie. Cette technologie permet de teinter les vitrages automatiquement en fonction du niveau d'intensité du soleil. Une commande manuel permet d'arrêter le processus de teinte et de revenir à une teinte claire.



Specific building characteristics with reference to the treated floor area										
		Treated floor area	m²	104,5			Criteria	Alternative criteria		Fullfilled?²
Space heating		Heating demand	kWh/(m²a)	3,97	≤		15	-		Yes
		Heating load	W/m²	4,28	≤		-	10		
Space cooling		Cooling & dehum. demand	kWh/(m²a)	37,58	≤		55			Yes
		Frequency of overheating (> 25 °C)	%	-	≤		-			-
		Frequency of excessively high humidity (> 12 g/kg)	%	0	≤		10			Yes
Airtightness		Pressurisation test result n ₅₀	1/h	0,6	≤		0,6			Yes
Non-renewable Primary Energy (PE)			PE demand	kWh/(m²a)	451	≤		-		-
Primary Energy Renewable (PER)			PER demand	kWh/(m²a)	205	≤		60	75	No
		Renew. energy generation (in rel. to projected building footprint area)	kWh/(m²a)	0	≥		-	11		
									² Empty field: data missing; '-': No requirement	

Figure 14 : Résultat PHPP+SAGEGLASS – Scénario GIEC +0°C

Specific building characteristics with reference to the treated floor area									
		Treated floor area	m²	104,5		Criteria	Alternative criteria		Fullfilled? ²
Space heating		Heating demand	kWh/(m²a)	3,86	≤	15	-		Yes
		Heating load	W/m²	4,17	≤	-	10		
Space cooling		Cooling & dehum. demand	kWh/(m²a)	46,80	≤	63			Yes
		Frequency of overheating (> 25 °C)	%	-	≤	-			-
		Frequency of excessively high humidity (> 12 g/kg)	%	0	≤	10			Yes
Airtightness		Pressurisation test result n ₅₀	1/h	0,6	≤	0,6			Yes
Non-renewable Primary Energy (PE)		PE demand	kWh/(m²a)	455	≤	-			-
Primary Energy Renewable (PER)		PER demand	kWh/(m²a)	206	≤	60	75		No
		Renew. energy generation (in rel. to projected building footprint area)	kWh/(m²a)	0	≥	-	11		
						² Empty field: data missing; '-': No requirement			

Figure 15 : Résultat PHPP+ SAGEGLASS – Scénario GIEC +1,5°C

Specific building characteristics with reference to the treated floor area										
		Treated floor area	m²	104,5			Criteria	Alternative criteria		
Space heating		Heating demand	kWh/(m²a)	3,77	≤		15	-		Fullfilled? ²
		Heating load	W/m²	4,06	≤		-	10		
Space cooling		Cooling & dehum. demand	kWh/(m²a)	57,43	≤		71			Yes
		Frequency of overheating (> 25 °C)	%	-	≤		-			-
		Frequency of excessively high humidity (> 12 g/kg)	%	0	≤		10			Yes
Airtightness		Pressurisation test result n ₅₀	1/h	0,6	≤		0,6			Yes
Non-renewable Primary Energy (PE)			PE demand	kWh/(m²a)	461	≤		-		-
Primary Energy Renewable (PER)			PER demand	kWh/(m²a)	209	≤		60	75	No
		Renew. energy generation (in rel. to projected building footprint area)	kWh/(m²a)	0	≥		-	11		
									² Empty field: data missing; "-": No requirement	

Figure 16 : Résultat PHPP+ SAGEGLASS – Scénario GIEC +3°C

Specific building characteristics with reference to the treated floor area										
		Treated floor area	m²	104,5			Criteria	Alternative criteria		Fullfilled?²
Space heating		Heating demand	kWh/(m²a)	3,67	≤		15	-		Yes
		Heating load	W/m²	3,95	≤		-	10		
Space cooling		Cooling & dehum. demand	kWh/(m²a)	68,96	≤		79			Yes
		Frequency of overheating (> 25 °C)	%	-	≤		-			-
		Frequency of excessively high humidity (> 12 g/kg)	%	0	≤		10			Yes
Airtightness		Pressurisation test result n50	1/h	0,6	≤		0,6			Yes
Non-renewable Primary Energy (PE)		PE demand	kWh/(m²a)	468	≤		-			-
Primary Energy Renewable (PER)		PER demand	kWh/(m²a)	212	≤		60	75		No
		Renew. energy generation (in rel. to projected building footprint area)	kWh/(m²a)	0	≥		-	11		
									² Empty field: data missing; "-": No requirement	

Figure 17 : Résultat PHPP+ SAGEGLASS – Scénario GIEC +4°C

Le contrôle solaire proposé par cette technologie permet de réduire considérablement les apports solaires et donc les besoins en refroidissement. La notion de visibilité au travers d'un vitrage teinté doit être validé par les services compétents afin de s'assurer que cette technologie puisse être compatible avec l'usage d'une vigie d'héliport.

Si vous souhaitez plus d'informations sur l'outil utilisé ou encore sur des prévisions utilisant d'autres scénarios tendanciels que le RCP2.6 pour simuler le confort thermique de ce bâtiment n'hésitez pas à prendre contact avec nous.

4.4.3 EXPOSITION AU VENT

D'après le plan de situation le terrain est de type dégagé, sur un terrain exposé. Plusieurs façades sont exposées au vent. On retient donc les facteurs d'exposition au vent suivants :

- facteur e = 0,10 ;
- facteur f = 15.

4.4.4 ORIENTATION DES FAÇADES

La façade Sud est orientée à 153°.

Des protections fixes type casquette en remplacement des BSO ou VR sont efficaces pour une orientation sud situé entre 155 et 205° mais elles ne doivent pas rentrer en contradiction avec les contraintes de visibilité imposé par ce type de bâtiment.

4.4.5 OMBRAGE

Sont considérés dans les ombrages les masques de débordant, d'embrasures, et d'horizon.

Orientation	Glazing area [m ²]	Reduction factor winter r_S	Reduction factor cooling $r_{S,1}$	Reduction factor cooling load $r_{S,2}$	Solar load [kWh/(m ² _{Glazing} a)]
North	5,11	81%	34%	18%	71
East	9,87	80%	89%	89%	156
South	6,29	89%	86%	86%	244
West	10,40	81%	78%	74%	252
Horizontal	0,00	100%	100%	100%	0

Figure 18 : Tableau d'ombrages dans le PHPP

Pour tous les châssis du RDC hormis la porte d'entrée, il est prévu des protections solaires de type Brise Soleil Orientable extérieur.

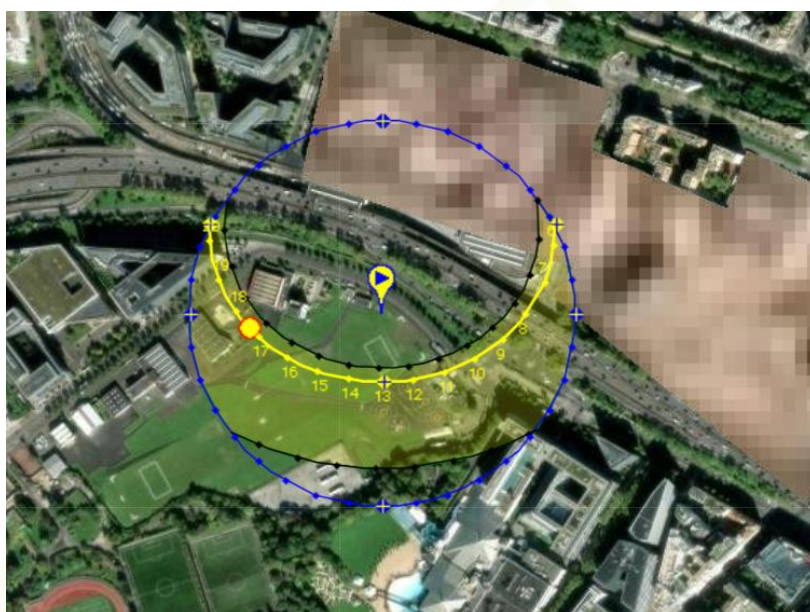


Figure 19 : Course du soleil

4.5 Surface de Référence Énergétique et volume chauffé

La SRE a été prise en compte selon les plans DWG fournis. Nous retenons une SRE de 104,46 m².

4.6 Parois opaques

Nous avons pris les compositions de murs suivantes en accord avec les plans et les détails reçus :

Description of building assembly						Assembly no.
Plancher sur Terre-Plein						01ud
Orientation of building assembly (or R_{si})	3-Floor					Interior insulation?
Adjacent to (or R_{se})	2-Ground					x
						U-value supplement $[W/(m^2K)]$
Area section 1	$\lambda [W/(mK)]$	Area section 2 (optional)	$\lambda [W/(mK)]$	Area section 3 (optional)	$\lambda [W/(mK)]$	Thickness [mm]
Chape	2,000					70
Knauf Thane Sol	0,022					180
Dalle de béton	2,500					250
Percentage of sec. 1:	100%	Percentage of sec. 2:		Percentage of sec. 3:		
Heat transmission resistance coefficients						Total thickness [cm]:
Interior R_{si} :	0,17	m^2K/W				50,0
Exterior R_{se} :	0,00	m^2K/W				U-value $[W/(m^2K)]$:
						0,118

Description of building assembly						Assembly no.
Murs sur Terre-Plein						02ud
Orientation of building assembly (or R_{si})	2-Wall					Interior insulation?
Adjacent to (or R_{se})	2-Ground					x
						U-value supplement $[W/(m^2K)]$
Area section 1	$\lambda [W/(mK)]$	Area section 2 (optional)	$\lambda [W/(mK)]$	Area section 3 (optional)	$\lambda [W/(mK)]$	Thickness [mm]
Murs de béton	2,500					200
Knauf Thane Sol	0,022					180
Murs de béton	2,500					200
Percentage of sec. 1:	100%	Percentage of sec. 2:		Percentage of sec. 3:		
Heat transmission resistance coefficients						Total thickness [cm]:
Interior R_{si} :	0,13	m^2K/W				58,0
Exterior R_{se} :	0,00	m^2K/W				U-value $[W/(m^2K)]$:
						0,118

Description of building assembly						Assembly no.
Murs extérieurs Nord - ossature bois						03ud
Orientation of building assembly (or R_{si})						Interior insulation?
Adjacent to (or R_{se})						U-value supplement $[W/(m^2K)]$
Area section 1	$\lambda [W/(mK)]$	Area section 2 (optional)	$\lambda [W/(mK)]$	Area section 3 (optional)	$\lambda [W/(mK)]$	Thickness [mm]
Bardage + Fixation + Pare Pluie						40
Complément ITE - Steico Dry	0,043					40
Panneaux OSB	0,130					15
Isolant entre montant - Steico Flex	0,036	Montant bois	0,130			180
Pare vapeur - Sd 100						1
Lame d'air Non Ventilée	0,633					114
Isolant - Rockmur	0,035					45
2 x BA13	0,325					26
Percentage of sec. 1:	85%	Percentage of sec. 2:	15,0%	Percentage of sec. 3:		
Heat transmission resistance coefficients						Total thickness [cm]:
Interior R_{si} :	0,13	m^2K/W				46,1
Exterior R_{se} :	0,04	m^2K/W				U-value $[W/(m^2K)]$:
						0,151

Description of building assembly						Assembly no.
Murs extérieurs - béton						04ud
Orientation of building assembly (or R_{si})						Interior insulation?
Adjacent to (or R_{se})						U-value supplement $[W/(m^2K)]$
Area section 1	$\lambda [W/(mK)]$	Area section 2 (optional)	$\lambda [W/(mK)]$	Area section 3 (optional)	$\lambda [W/(mK)]$	Thickness [mm]
Voile béton	2,500					200
Isolant entre montant - Steico Flex	0,036	Montant bois	0,130			180
Pare vapeur - Sd 1000						1
Lame d'air Non Ventilé	0,069					9
Isolant - Rockmur	0,035					45
2 x BA13	0,325					26
Percentage of sec. 1:	85%	Percentage of sec. 2:	15,0%	Percentage of sec. 3:		
Heat transmission resistance coefficients						Total thickness [cm]:
Interior R_{si} :	0,13	m^2K/W				46,1
Exterior R_{se} :	0,04	m^2K/W				U-value $[W/(m^2K)]$:
						0,180

Description of building assembly						Assembly no.	
Murs extérieurs - ossature bois						05ud	
Orientation of building assembly (or R_{si})		2-Wall			Interior insulation?		
Adjacent to (or R_{se})		1-Outdoor air			U-value supplement [W/(m²K)]		
Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]	
Bardage + Fixation + Pare Pluie						65	
Complément ITE - Steico Dry	0,043					60	
Panneaux OSB	0,130					15	
Isolant entre montant - Steico Flex	0,036	Montant bois	0,130			180	
Pare vapeur - Sd 100						1	
Lame d'air	0,062					8	
Isolant - Rockmur	0,035					45	
2 x BA13	0,325					26	
Percentage of sec. 1:		85%	Percentage of sec. 2:		15,0%	Percentage of sec. 3:	
Heat transmission resistance coefficients						Total thickness [cm]:	
Interior R_{si} :		0,13	m²K/W				40,0
Exterior R_{se} :		0,04	m²K/W		U-value [W/(m²K)]:		0,142

Description of building assembly						Assembly no.	
Plancher vigie CLT 140						06ud	
Orientation of building assembly (or R_{si})		3-Floor			Interior insulation?		
Adjacent to (or R_{se})		1-Outdoor air			U-value supplement [W/(m²K)]		0,010
Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]	
Panneaux CLT	0,150					140	
FIBRA	0,033					225	
Percentage of sec. 1:		100%	Percentage of sec. 2:			Percentage of sec. 3:	
Heat transmission resistance coefficients							
Interior R_{si} :		0,17	m²K/W		Total thickness [cm]:		36,5
Exterior R_{se} :		0,04	m²K/W		U-value [W/(m²K)]:		0,136

Description of building assembly					Assembly no.	
Toiture vîge Bac Acier					07ud	
Orientation of building assembly (or R_{si})		1-Roof		Interior insulation?		
Adjacent to (or R_{se})		1-Outdoor air		U-value supplement $[W/(m^2K)]$		
Area section 1	λ $[W/(mK)]$	Area section 2 (optional)	λ $[W/(mK)]$	Area section 3 (optional)	λ $[W/(mK)]$	Thickness [mm]
Laine de verre - GR32	0,032	Montant bois	0,130			60
Laine de verre - GR32	0,032	Montant bois	0,130			120
Panneaux CLT	0,150					120
Laine de verre - GR32	0,032					80
Pare vapeur - Sd 100						1
Laine de verre - GR32	0,032					40
BASWA Phon Base						13
Percentage of sec. 1:	90%	Percentage of sec. 2:	10,0%	Percentage of sec. 3:		
Heat transmission resistance coefficients				Total thickness [cm]: 43,4		
Interior R_{si} :	0,10	m^2K/W				
Exterior R_{se} :	0,04	m^2K/W		U-value $[W/(m^2K)]$: 0,107		

Description of building assembly						Assembly no.	
Murs extérieurs Vigie - ossature bois						08ud	
Orientation of building assembly (or R_{si})		2-Wall			Interior insulation?		
Adjacent to (or R_{se})		1-Outdoor air			U-value supplement $[W/(m^2K)]$		
Area section 1	λ $[W/(mK)]$	Area section 2 (optional)	λ $[W/(mK)]$	Area section 3 (optional)	λ $[W/(mK)]$	Thickness [mm]	
Bardage + Fixation + Pare Pluie						88	
Complément ITE - Steico Dry		0,043				40	
Panneaux OSB		0,130				15	
Isolant entre montant - Steico Flex		0,036	Montant bois	0,130		180	
Pare vapeur - Sd 100						1	
Isolant - Rockmur		0,035				45	
2 x BA13		0,325				26	
Percentage of sec. 1:		85%	Percentage of sec. 2:	15,0%	Percentage of sec. 3:		
Heat transmission resistance coefficients				Total thickness [cm]:		39,5	
Interior R_{si} :		0,13	m^2K/W				
Exterior R_{se} :		0,04	m^2K/W	U-value $[W/(m^2K)]$:		0,156	

Description of building assembly						Assembly no.
Toiture CLT 120						09ud
Orientation of building assembly (or R_{si})	1-Roof					Interior insulation?
Adjacent to (or R_{se})	1-Outdoor air					U-value supplement [W/(m²K)]
Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
Thane ET	0,022					160
Thane ET	0,022					80
Pare vapeur						1
Panneaux CLT	0,150					120
Percentage of sec. 1:	100%	Percentage of sec. 2:		Percentage of sec. 3:		
Heat transmission resistance coefficients						Total thickness [cm]:
Interior R_{si} :	0,10	m²K/W				36,1
Exterior R_{se} :	0,04	m²K/W				U-value [W/(m²K)]:
						0,084

Description of building assembly						Assembly no.
Murs entre Vigie et Local repos - ossature bois						10ud
Orientation of building assembly (or R_{si})	2-Wall					Interior insulation?
Adjacent to (or R_{se})	1-Outdoor air					U-value supplement [W/(m²K)]
Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
Bardage + Fixation + Pare Pluie						
Complément ITE - Steico Dry	0,043					60
Panneaux OSB	0,130					15
Isolant entre montant - Steico Flex	0,036	Montant bois	0,130			180
Pare vapeur - Sd 100						1
Isolant - Rockmur	0,035					80
2 x BA13	0,325					26
Percentage of sec. 1:	85%	Percentage of sec. 2:	15,0%	Percentage of sec. 3:		
Heat transmission resistance coefficients						Total thickness [cm]:
Interior R_{si} :	0,13	m²K/W				36,2
Exterior R_{se} :	0,04	m²K/W				U-value [W/(m²K)]:
						0,126

4.7 Inertie

Pour ce projet on considère une structure avec 1 paroi mi-lourd via le plancher bas revêtu d'une chape en béton et 1 paroi moyenne avec les doubles plaques de plâtre, soit une capacité thermique surfacique de 72 Wh/K par m² de SRE. La constante de temps associée estimé par le PHPP est de :

$$\tau = 68,8 \text{ h}$$

4.8 Baies vitrées et Portes

Nous retenons comme solution les menuiseries Bois/Aluminium décrites comme suit :

Description	Spacer Description	Ψ_g (average)	min. f_{Rsi}	Width	U_f	Width	U_f	Width	U_f	Width	U_f	Width	U_f
		W/(mK)	-	mm	W/(m²K)	mm	W/(m²K)	mm	W/(m²K)	mm	W/(m²K)	mm	W/(m²K)
ENERsign primus	SWISSPACER Ultimate	0,032	0,670	100	0,64	100	0,64	100	0,64	100	0,64	100	1,09

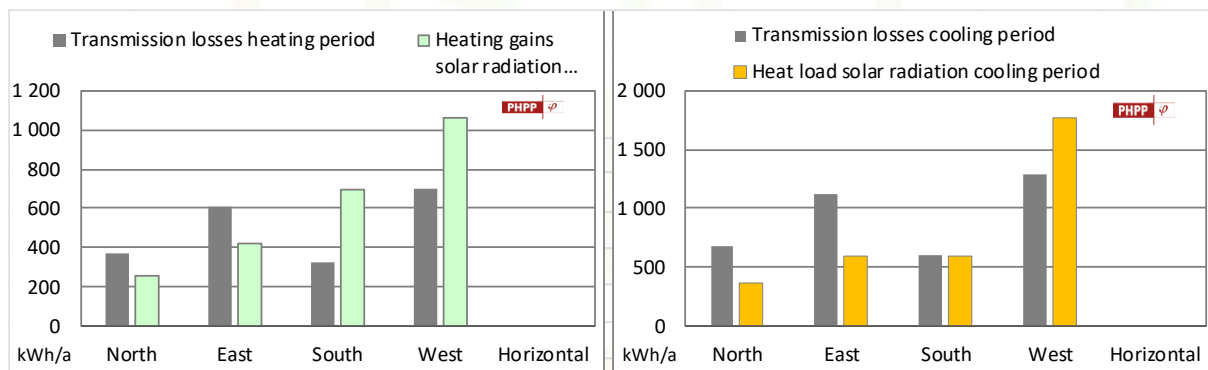
Description	g-value	U _g -value
		W/(m²K)
Triple vitrage "performant"	0,60	0,50
SGG CLIMATOP PLANITHERM ONE & ONE II (4:/18/4/18/:4 Ar 90%)	0,38	0,50

Les vitrages avec le facteur solaire de 0,38 sont réservés aux menuiseries de la vigie. Les autres menuiseries sont équipées du triple vitrage « performant ».

Outre les performances thermiques, il faudra s'assurer que les menuiseries sont étanches à l'air suivant le standard passif. Soit avec 3 niveaux d'étanchéité dans le profil (les menuiseries courantes n'en ont que 2)

Lien vers menuiseries certifiées :

<https://database.passivehouse.com/en/components/list/window>



4.9 Sol et sous-sol

Nous retenons une dalle sur terre-plein, avec un sol aux paramètres suivants :

Caractéristiques du sol			
Conductivité thermique	λ	2,0	W/(mK)
Capacité thermique	ρC	2,0	MJ/(m³K)
Prof. de pénétration périodique	δ	3,17	m

Building data									
Area floor slab / basement ceiling	A	116,0	m²			U-value floor slab / basement ceiling	U_f	0,118	W/(m²K)
Perimeter length	P	47,6	m			TBs floor slab / basement ceiling	$\Psi_B * \ell$	0,00	W/K
Charact. dimension of floor slab	B'	4,87	m						
x Slab on grade									
Perimeter insulation width/depth	D	0,00	m			Orientation of perimeter insulation	horizontal		
Perimeter insulation thickness	d_n	0,00	m			(check only one field)	vertical	x	
Conductivity perimeter insulation	λ_n	2,500	W/(mK)						
Area of interior wall towards heated	A_{wI}	8,80	m²			U-value of interior wall towards heated	U_{wI}	0,118	W/(m²K)

4.10 Ponts thermiques

Les ponts thermiques principaux sont repérés de la sorte :

- Pied de dalle avec murs ossature bois et rehausse béton
- Pied de dalle avec murs béton
- Liaison entre ossature bois et murs béton côté rue
- Pied de plancher vigie
- Liaison plancher vigie et murs rdc
- Liaison toiture rdc et murs rdc
- Liaison toiture vigie et murs vigie
- Liaison toiture rdc et murs vigie
- Angle sortant avec poteau débordant
- Angle sortant avec poteau non-débordant
- Angle sortant vigie
- Angle rentrant
- Meneau vigie
- Intégration BSO menuiserie

Vous trouverez les calculs en Annexes réalisés avec Conducteo. Tous les calculs n'ont pas encore été réalisés, et seront complétés en version PRO lorsque les derniers plans de détails auront été émis. Pour ceux qui n'ont pas été modélisés, des valeurs ont été estimées pour rester du côté de la sécurité vis-à-vis du label PassivHaus.

4.11 Ventilation

Une centrale GEKO PKOM4 sera installée dans le local technique situé au RDC et assurera le renouvellement de l'air de toutes les pièces du bâtiment.

La centrale doit être certifiée par le Passivhaus Institut obligatoirement.

Les gaines d'air neuf et d'air rejeté (les longueurs ont été estimées des plans) sont isolées par 100 mm d'un isolant $\lambda = 0,04$ W/mK comme indiqué dans notre PHPP.

Pour les gaines de soufflage, un isolant de 25mm des gaines de soufflage sera obligatoire.

4.12 Climatisation

Le bâtiment sera climatisé via deux PAC réversibles et par la PAC installée sur la ventilation double flux.

Les PAC réversibles seront prévues pour la vigie et pour la salle technique du RDC. Les résultats issus du PHPP sont les suivants :

		Cooling load P_C	=		4140	W
		Area specific cooling load P_C / A_{TFA}	=		39,6	W/m²
		Dehumidification load P_T	=		161	W
		Area specific dehumidification load P_T / A_{TFA}	=		1,5	W/m²

Figure 20 : Besoins climatisation TOTAL

La grande partie des besoins de climatisation est liée à la puissance dissipée par les baies informatiques situées dans le local informatique du RDC (2 baies informatiques de 750W soit 1 400kW de puissance dissipée h24).

		Cooling load P_C	=		3869	W
		Area specific cooling load P_C / A_{TFA}	=		37,0	W/m²
		Dehumidification load P_T	=		161	W
		Area specific dehumidification load P_T / A_{TFA}	=		1,5	W/m²

Figure 21 : Besoins climatisation sans la salle technique

4.13 Chauffage

Le chauffage sera réalisé par la centrale GECO PKOM4 installée dans le local technique situé au RDC. Cette centrale assurera le chauffage de toutes les pièces situées au RDC.

Nous retenons un chauffage via le réseau de ventilation alimenté par une PAC de COP 2.50. Débit de conception estimé à 200 m³/h pendant les heures de fonctionnements, 17h/24 7j/7.

Le réseau doit être équipé de silencieux entre les bouches pour éviter les phénomènes de pollution acoustique de téléphonie. Le réseau d'insufflation doit être équipé d'une isolation de **2,5cm** minimum pour pouvoir véhiculer la chaleur ou la fraîcheur dans les pièces les plus éloignées de la centrale.

Pour la vigie et la salle technique, le chauffage sera réalisé par les PAC réversibles. Ces PAC devront avoir un COP de 4,70.

La puissance totale nécessaire au bâtiment est de 2,6kW.

4.14 Production d'eau chaude

L'ECS est fournie par la centrale GECO PKOM4 installée dans le local technique situé au RDC.

4.15 Equipements électriques

La liste ci-dessous reprend tous les équipements électriques étant une source d'apport interne (IHG à 1) et étant une source de consommation d'énergie :

Electrical devices	Quantity	Utilisation profile	Consider for IHC?	Hours per day	Presence of occupants	Days per year	Hours per day	Power per device	Electricity demand	Power per device	Electricity demand
Selection from device list:				h/d	h/d	d/a	h/d	W	kWh/a	W	kWh/a
2- Laptop (standard)	1	4-Bureaux	1	15	10,5	365	13,0	32,0	152	1,0	4
3- Monitor (standard)	1	4-Bureaux	1	15	10,5	365	13,0	15,0	71	1,0	4
9- Printer/Copier/Scanner	1	4-Bureaux	1	15	10,5	365	1,0	270,0	99	1,0	8
8- Flat screen 40 - 43"	1	2-Local repos + Cuisine	1	15	1,5	365	2,0	17,0	12	0,5	4
Equipements local informatique	2	81-Server room	1	24	12	365	24,0	750	13140		
Equipements vigie	1	3-Vigie	1	15	10,5	365	15,0	350	1916	35,0	115

Figure 22 : Equipements électriques

Il est à noter que nous avons pris l'hypothèse que les équipements de la vigie étaient mis en veille et ne consommeraient plus que 10% d'énergie durant la période d'inoccupation des locaux.

Une sensibilisation du personnel doit être réalisée afin de mettre en veille et/ou éteindre les équipements électriques non utilisés.

5 Recommandations et déroulement pour l'obtention du label Bâtiment Passif

5.1 Parois opaques

Dans l'optique d'une certification Passivhaus il est nécessaire de planifier la centralisation des éléments nécessaire au certificateur. Ainsi, il est vivement recommandé de désigner un responsable certification auprès de la maîtrise d'œuvre afin de faire parvenir les fiches techniques / ACERMI des isolants effectivement installés sur le projet pour la phase réalisation. Les références fournies doivent correspondre avec les éléments qui apparaissent sur les factures/photos à transmettre avec le dossier réalisation.

Si des détails de mise en œuvre ont été modifiés durant la phase réalisation, les calculs de ponts thermiques réalisés devraient être mise à jour en conséquence.

5.2 Menuiseries

Exigence certification Passivhaus :

Pour les châssis de fenêtres :

La valeur U_f doit être précisée avec deux chiffres après la virgule et idéalement pour les différentes parties (appuis/seuil, montants, traverses, linteau). Norme de calcul : EN 10077-2.

La largeur des différents éléments doit également être mentionnée.

Dans le cas où la fiche technique ferait apparaître de nombreuses configurations de profilés, merci d'indiquer clairement dans le document quelles sont les références à prendre en compte pour le projet.

Pour les vitrages :

Les valeurs U_g doivent être précisées avec deux chiffres après la virgule et calculées selon la norme EN 673.

Le facteur solaire g doit être calculé selon la norme EN 410.

Pour les châssis comme les vitrages, lorsque les valeurs U_g et U_f des fiches techniques ne présentent qu'un seul chiffre significatif après la virgule, nous prenons une hypothèse conservatrice d'arrondi. Exemple : pour une fiche technique indiquant une valeur de $U_f = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$, nous considérons une valeur de $1,149 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Veillez noter qu'une menuiserie ayant des performances thermiques $U_w > 1.50 \text{ W/m}^2\text{K}$ provoque des alertes de confort susceptible de mettre en péril le bon déroulement de la certification Passivhaus.

Afin de lever les alertes de confort (obligatoire pour la certification) il est possible d'améliorer les performances de la menuiserie en changeant de modèle, en jouant sur son clair de vitrage, ou bien encore en améliorant le pont thermique de mise en œuvre. Enfin, il est aussi possible de supprimer ces alertes dans le cas où une arrivée de chaleur est située à proximité immédiate de la menuiserie.

5.3 Attestation de mise en Service de la ventilation

Cette section du rapport a pour but de lister de manière exhaustive les documents nécessaires à l'obtention du label Bâtiment Passif.

- Mise en service de la ventilation et équilibrage des réseaux

Fournir un rapport de mise en service par appareil VMC, selon l'onglet Réglage de la feuille Ventilation.xls, complété, daté, signé. A défaut fournir rapport installateur de précision équivalente.

IMPORTANT : Pour chaque centrale de traitement d'air installée, les débits totaux extraits et insufflés doivent présenter un écart inférieur à 5% (valeur cible) voire 10% (valeur maximale). Si cela n'est pas le cas, des réglages doivent être effectués pour atteindre cet équilibre. Dans le cas d'un immeuble de logements collectifs où une centrale de traitement d'air alimente plusieurs appartements, il est conseillé d'atteindre le même niveau d'équilibrage pour chaque appartement afin d'éviter les fuites et la transmission acoustique entre logements et parties communes.

Lorsque les débits mesurés sont trop éloignés des débits théoriques (plus de $15 \text{ m}^3/\text{h}$ de différence ou + de 50% de différence en relatif) alors un équilibrage doit être fait pour corriger la valeur.

Exemple : pour un débit théorique de $50 \text{ m}^3/\text{h}$, sont acceptés les débits entre 35 et $65 \text{ m}^3/\text{h}$ tant que l'ensemble reste équilibré à moins de 10% de différence entre l'extraction et l'insufflation.

Dans les pièces de vies à usage de locaux de sommeil comme les chambres, un débit de ventilation inférieur à **$20 \text{ m}^3/\text{h}$** sera refusé car ne permet pas gérer de manière convenable la qualité de l'air intérieur.

Les tests par échantillonnage ne sont pas acceptés, ainsi le rapport de mise en service de la ventilation doit faire apparaître des mesures de débits sur toutes les bouches du projet, insufflation comme extraction. Si pour une quelconque raison technique une mesure de bouche est impossible veuillez prendre contact avec nous pour étudier la situation.

L'étanchéité à l'air des réseaux devra être de classe B, avec 2% de fuite maximum mesuré par échantillonnage sur le réseau.

- Protection sonore des systèmes :

Les systèmes de ventilation mécanique double flux aussi bien que les systèmes utilisant la recirculation de l'air pour le chauffage et/ou la climatisation (par exemple les unités intérieures des systèmes d'unités split, les brasseurs d'airs, etc) et la génération de l'eau chaude sanitaire (par exemple l'ECS thermodynamique) ne doivent pas créer de perturbation acoustique dans les pièces occupées avec les seuils suivants :

- Inférieur ou égal à 25 dB(A) : Air soufflé dans les pièces des appartements, et dans les bureaux ou pièces à usage récréatif dans les tertiaires
- Inférieur ou égal à 30 dB(A) : Air extrait dans les pièces des appartements, et dans les pièces à autres usages que bureau ou usage récréatif dans les tertiaires (ex : locaux techniques, circulations, etc)

Cette performance devra être mesurée sur site après ou pendant la mise en service de la ventilation double flux. La mesure est faite avec un décibelmètre classique.

5.4 Test d'étanchéité à l'air

Un test intermédiaire est très vivement conseillé pour l'obtention du label Passivhaus.

Ce test peut être réalisé en calfeutrant les ouvertures encore non traitées. Le moment idéal pour réaliser ce test est le suivant :

- Menuiseries posées
- Etanchéité réalisé sur toutes les façades y compris toiture
- Percements plomberie et Elec en cours ou réalisés
- Finition/Plâtrerie NON Débuté
- Ventilation en cours ou pas encore mise en service (attention particulière nécessaire pour l'étanchéité du désenfumage)

Le but est de pouvoir réaliser le test intermédiaire lorsque les jonctions avec la membrane étanche sont encore accessibles, afin de pouvoir reprendre facilement partout où c'est nécessaire avec un nouveau joint ou membrane. L'étanchéité par mousse polyuréthane projeté ne sera pas acceptée pour le label Passivhaus car non durable dans le temps pour un rôle d'étancheur à l'air (valable pour son pouvoir isolant thermique).

Fournir le rapport de test de perméabilité à l'air de l'enveloppe entière selon EN 13829 / alternative : ISO 9972. **Ce rapport doit impérativement se baser sur des mesures en dépression ET en surpression** : un test unique en dépression OU en surpression ne peut être accepté, ni un test par échantillonnage.

La valeur du n_{50} doit être calculée de la manière suivante :

$$n_{50} = \frac{q_{50} * A_E}{V n_{50}}$$

Où q_{50} est le débit de fuite par m^2 d'enveloppe et $\dot{V}_{50}$ est le débit de fuite total, tous deux sous une surpression/dépression de 50Pa. A_E représente la surface totale de l'enveloppe thermique. V_{n50} est le volume de l'enveloppe du bâtiment évalué pour le calcul. La relation entre ces variables est la suivante :

$$q_{50} = \frac{\dot{V}_{50}}{A_E} = \frac{V n_{50} * n_{50}}{A_E}$$

IMPORTANT : Dans le cadre de ce test, une **attention particulière devra être portée au calcul du volume V_{n50} déterminant dans le calcul du n_{50}** , et ce quelle que soit l'étape du chantier à laquelle est réalisée la mesure. Nous vous invitons à consulter le document [Mesure de la perméabilité à l'air en bâtiment passif](#) téléchargeable gratuitement dans la rubrique Conseil afin de vous informer sur toutes les précautions à prendre avant cette étape cruciale de la labellisation. Il est vivement recommandé de **transmettre ce document à la personne qui réalisera les tests de perméabilité à l'air**. Nous avons calculé un V_{n50} de **294 m³** pour votre projet.

5.5 Suivi de chantier et récupération/Archivage des factures

Le label Passivhaus demande un dossier exhaustif de factures/bon de livraisons/devis signés de tous les matériaux isolants, des menuiseries, systèmes ainsi que de la superstructure du bâtiment.

Ce dossier doit contenir l'intégralité des factures permettant de décrire les composants isolants de l'enveloppe thermique. Ainsi, pour le(s) plancher(s) bas, les différents types de murs, la toiture et l'isolation périmétrique de dalle, les factures doivent permettre d'identifier les épaisseurs et conductivités thermiques ou références (marques et type de produit) ainsi que les surfaces/volumes commandées.

De même, il devra être complété avec les factures des différents éléments de menuiseries (fenêtres, murs rideaux, etc.). Nous devons être en mesure d'identifier les références (marques et modèles, ainsi que les dimensions des menuiseries ainsi que leurs quantités respectives). Les factures des protections solaires doivent également être intégrées au dossier. Si vous êtes dans l'incapacité d'obtenir les factures correspondantes, veillez à prendre des photos de chaque menuiserie avec ses protections solaires baissées).

Nous n'avons pas besoin que les prix figurent sur les factures fournies, vous pouvez donc tout à fait les masquer si vous le souhaitez.

- Dossier factures systèmes

Ce dossier doit contenir les factures des différents éléments CVC du projet, chacune des factures doit permettre d'identifier clairement les équipements installés (marques, modèles, puissances, quantités) pour :

- Centrale(s) de ventilation ou système compact multi intégré
- Silencieux
- Chaudière / PAC / Poêle / batterie de chauffage ou autre
- Ballons de stockage d'ECS
- Isolation des gaines de ventilation
- Isolation des conduites de chauffage et ECS

5.6 Suivi de chantier et reportage Photo

Le label Passivhaus demande un dossier exhaustif de photos de tous les matériaux isolants, des menuiseries, systèmes ainsi que de la superstructure du bâtiment.

Merci de compléter le dossier photo de manière aussi exhaustive que possible et ce pour les différentes étapes de la construction. Un briefing des différentes équipes en amont de la construction peut être nécessaire afin de vous permettre de récupérer des photos efficacement et régulièrement.

Photos attendues :

- Le gros œuvre ainsi que les détails de connexion concernés par des calculs de ponts thermiques
- Les différentes parties isolées (planchers bas, murs, toiture, fondations et soubassements)
- Les palettes d'isolants livrés, en montrant les autocollants qui détaillent les performances et références des matériaux livrés
- Les fenêtres livrées, en montrant les autocollants qui détaillent systématiquement les compositions des vitrages ainsi que les références des châssis livrés
- Les occultations solaires installées
- Photos générales et points ponctuels de la gestion de l'étanchéité à l'air
- La/Les centrale(s) de traitement d'air et les réseaux de ventilation (silencieux + isolation des gaines concernées)
- Appareil de production et de stockage de chaleur (chaudière / PAC, batterie de chauffage, ballons d'ECS)
- Différentes gaines, conduites et organes isolées (pour les gaines de ventilation nécessitant isolation, ainsi que les conduites de chauffage et/ou d'eau chaude sanitaire isolées)
- Photos des éléments de production d'énergie renouvelable (photovoltaïque, solaire thermique ou autre)
- Photos prises pendant la mise en service/équilibre de la ventilation
- 3/4 photos du bâtiment terminé de bonne qualité pour publication sur la base de données internationale des bâtiments passifs. Les différentes façades doivent apparaître. Dans la mesure du possible, les photos ne montrent pas d'éléments de chantiers résiduels (grues, barrières, camions et déchets par exemple)

6 Bases de calcul

Calcul effectué avec PHPP 10.3, parce qu'il s'agit de la version disponible au moment de la saisie du projet. Aujourd'hui la version stable et actuelle du PHPP est la version 10.3. Elle a été utilisée pour coder les enveloppes et elle a permis de présenter plusieurs remarques. Cette version a l'avantage de présenter des calculs en énergie primaire renouvelable (Ep-R) qui facilitent la compréhension de l'intégration des énergies Renouvelables.

7 Bibliographie

- PHPP 9, Manuel de l'utilisateur, Passivhaus Institut
- [Catalogue des ponts thermiques, Suisse Energie, Office fédérale de l'énergie OFEN](#)
- [Inertie dans les bâtiments passifs - Constante de temps](#), Pécourt Alexandre, Energélio
- Contenu Formation Concepteur Européen Passive House
- Contenu Formation PHPP Expert
- Cahier Technique n° 34 : Protection contre le bruit dans le cas de mises en œuvre de PAC et des systèmes compacts dans les bâtiments passifs, Passivhaus Institut
- Cahier Technique n° 35 : Ponts thermiques et structures : les limites de la construction sans pont thermique, Passivhaus Institut.
- Cahier Technique n° 36 : Chauffage avec combustibles bio pour les bâtiments passifs, Passivhaus Institut.
- Cahier Technique n° 37 : Stratégie d'optimisation des fenêtres et autres ouvertures, Passivhaus Institut.
- Cahier Technique n° 38 : Systèmes de génération de chaleur en bâtiment passif : analyse statistique et comparative des systèmes, Passivhaus Institut.
- Cahier Technique n° 39 : Rénovation par étapes avec des composants Bâtiment Passif, Passivhaus Institut.
- Cahier Technique n° 40 : Les bâtiments commerciaux passifs, Passivhaus Institut.
- Cahier Technique n° 41 : Bâtiments passifs non résidentiels en période estivale, Passivhaus Institut.
- Cahier Technique n° 44 : La ventilation dans les bâtiments passifs non résidentiels, Passivhaus Institut.
- [Renouvelables et passif : zoom sur le facteur Ep-R](#)
- Energie primaire & énergie primaire renouvelable : visions inconciliables? p. 199 et suivantes, [Congrès Passi'Bat 2018, L'Essentiel](#)
- [Comment calculer le rendement d'une ventilation dont le débit est supérieur à 600 m3/h ?](#)
- http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf
- Rapport du GIEC a destination des gouvernements 2013 (titre original : IPCC Summary for Policymakers 2013)
- https://passivehouse.com/05_service/02_tools/02_tools.htm

8 Annexe : Ponts thermiques
