

Mesure de la perméabilité à l'air dans les bâtiments passifs/Passivhaus

Directive pour la réalisation des mesures – Passivhaus Institut – version Juin 2016

La norme ISO 9972 remplace depuis le 1^{er} Septembre 2016, la norme de référence EN 13829 utilisée jusqu'ici comme référence.

Dans les constructions passives, **les mesures de perméabilité à l'air restent effectuées selon la norme EN 13829.**

Elles peuvent également être conduites selon la norme ISO 9972 dans la mesure où le calcul du volume est explicité.

Des compléments d'information relatifs à la norme NF EN13829 sont disponibles dans le document "Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen" – FliB- Association des infiltromètres du bâtiment ou sur le site de l'AFNOR

Les différences entre la directive et les normes citées ci-dessus sont peu significatives, elles sont détaillées ci-après.

1. Comparaison des indicateurs

Les normes EN 13829 et ISO 9972 utilisent des indicateurs différents pour certaines valeurs cibles.

Les indicateurs les plus importants sont reportés dans le tableau ci-dessous.

	EN 13829	ISO 9972
Débit de fuite à 50 Pa [m^3/h]	V_{50}	q_{50}
Débit de fuite à 50 Pa à travers l'enveloppe du bâtiment [$\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$]	q_{50}	q_{E50}
Taux de renouvellement d'air à 50 Pa [h^{-1}]	n_{50}	n_{50}

Dans le cadre d'une mesure en bâtiment passif, il convient d'utiliser **les indicateurs de la norme NF EN 13829.**

2. Calcul du volume

Le volume d'air V_{n50} utilisé pour le calcul du taux de renouvellement d'air n_{50} dans l'enveloppe chauffée du bâtiment doit être déterminé pièce par pièce et le résultat du calcul parfaitement documenté. La surface de chaque pièce doit être multipliée par la moyenne de la hauteur sous plafond de la pièce concernée. Toute autre approche pour déterminer le volume interne par forfait, obtenu à partir de l'utilisation de pièces aménagées et d'un facteur de réduction n'est pas autorisée.

Pièce par pièce

Remarques :

La surface au sol utilisée pour ce calcul diffère de la Surface de Référence Energétique (SRE). Le volume d'air V_{n50} n'est pas le même que le "volume clos", ni le même que le volume d'air ventilé dans la feuille "Besoin de chauffage/besoin de chaleur annuel" du PHPP (SRE * hauteur sous-plafond de 2,5m).

- Pour cette raison, le Volume V_{n50} du rapport de test doit également être reporté dans le PHPP.
- Quel que soit l'état de finition du bâtiment au niveau du test, les dimensions utilisées sont celles du bâtiment fini. (Par exemple, si le test est effectué avant que la chape ne soit coulée, le volume V_{n50} doit comprendre la chape)

Pas la SRE**Pas le V_L** **V_{n50}**

De même, quelle que soit la nature du faux-plafond (faux-plafond connecté de façon étanche aux murs ou parsemé de trous pour des raisons acoustiques), le volume attendant au plénum ne doit pas être comptabilisé dans le calcul du volume V_{n50} .

La réduction du volume due à la présence d'un enduit intérieur ne doit pas être prise en compte.

Un calcul précis et clair du volume de chaque pièce doit être fourni pour chaque test d'infiltrométrie. Si des calculs intermédiaires sont nécessaires, ils doivent être également documentés et ajoutés au rapport.

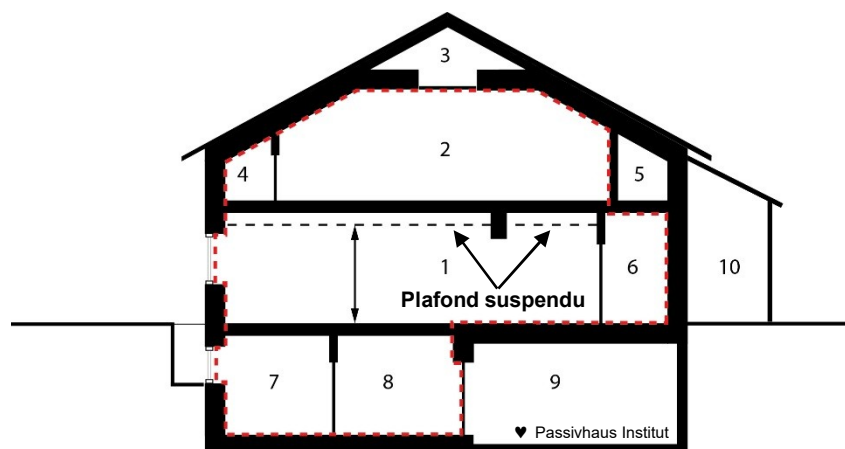
Mesures**« Bâtiment livré »****Documenter**

Par exemple, dans le cas d'un plafond en pente, le volume d'air est déterminé au moyen de calculs de prismes ou de triangles, et de facteur proportionnel (voir tableau ci-dessous – Figure 1)

Pièce	Largeur [m]	Profondeur [m]	Surface [m ²]	Hauteur [m]	Facteur	Volume [m ³]
RDC-011	4,0	5,0	20,0	2,75		55,00
RDC-012	3,3	2,75	8,25	2,85		25,86
RDC-xyz				
Volume total RDC (Rez-de-Chaussée)						80,86
ETG-01 (Sans pente)	2,75	5,2	14,3	3,5		50,05
Volume toiture en pente ETG 01	2,75	5,2	14,3	1,5	0,5	10,73
ETG-02	1,25	2,75	3,44	3,5		12,03
ETG-xy				
Volume total ETG (étage)						72,81
Volume Total						153,67

Figure 1 : exemple de document à fournir pour le calcul pièce par pièce du volume d'air

Il convient de tenir compte du volume d'air total de l'enveloppe thermique. Les cas particuliers sont détaillés en Figure 2.



Pièce	Dans l'enveloppe étanche?	Calcul du volume
1	Oui	Hauteur sous plafond jusqu'au plafond suspendu projeté. La poutre n'est pas retranchée du volume
2	Oui	Volume complet (l'inclinaison du plafond est prise en compte)
3	Non	Le volume n'est pas pris en compte (à l'extérieur de l'enveloppe)
4	Oui	Volume complet (l'inclinaison du plafond est prise en compte)
5	Non	Le volume n'est pas pris en compte (à l'extérieur de l'enveloppe)
6	Oui	Hauteur sous plafond jusqu'au plancher 1 ^{er} étage
7	Oui	Cave : volume complet
8	Oui	Cave : volume complet
9	Non	Le volume de la cave n'est pas pris en compte (à l'extérieur de l'enveloppe)
10	Non	Sas d'entrée/véranda : le volume n'est pas pris en compte (à l'extérieur de l'enveloppe)

Figure 2 : Aide au calcul du volume d'air à l'intérieur de l'enveloppe étanche d'un bâtiment.

La ligne rouge en pointillé représente le niveau d'étanchéité à l'air.

Les chevrons visibles, les poutres, les caissons en placoplâtre, les gaines techniques et autres ne sont pas pris en compte ; ils ne sont pas déduits du calcul mais traités simplement comme s'ils n'existaient pas.

Poutres, espaces techniques...

Le volume du renforcement existant au niveau des menuiseries extérieures ne rentre pas en compte non plus (la mesure est prise à partir de la surface intérieure du mur).

Renforcement au niveau des fenêtres

On procède de la même façon en présence de portes et ouvertures. Cette stipulation permet de simplifier le calcul. Les erreurs qui pourraient être faites dans ce type de calcul n'ont pas de grande incidence sur le résultat.

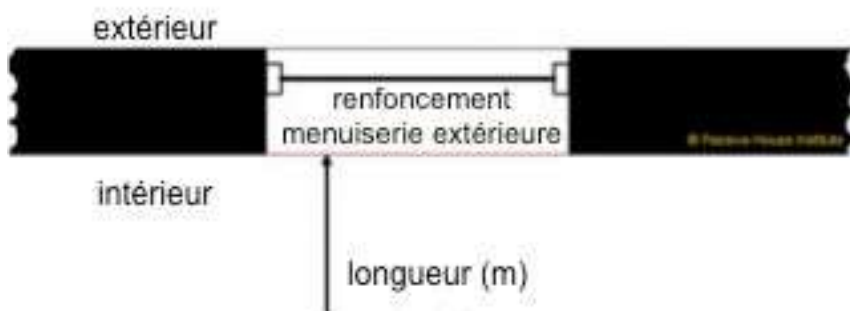


Figure 3: Le volume du renforcement des menuiseries extérieures n'est pas pris en compte dans le calcul du volume

Escaliers

Le volume d'air d'une cage d'escalier est pris en totalité dans le calcul du volume de l'enveloppe thermique.

Le volume des escaliers eux-mêmes n'est pas pris en compte (composant du bâtiment) et n'est pas déduit non plus (escalier = volume d'air).

La surface au sol de la cage d'escalier peut être multipliée par la hauteur des étages concernés.

Ne pas retrancher le volume de l'escalier

3. Moment de la mesure :

La valeur la plus significative de l'étanchéité à l'air reste celle effectuée lorsque le bâtiment est achevé. A ce stade, tous les éléments de finition sont en place (chape, revêtements etc.)

Malheureusement et précisément à ce stade, les connexions ou traversées de l'enveloppe importantes, ne sont plus accessibles sans destruction de l'existant.

Si des fuites subsistent à ces endroits, il n'est donc plus possible d'intervenir sans dommages.

C'est pour cette raison qu'une mesure « en cours de chantier », reste indispensable (mise en œuvre des menuiseries effectuée, film d'étanchéité de la toiture posé etc...)

Les fuites peuvent ainsi être localisées et surtout, elles restent accessibles et peuvent donc être corrigées pour la plupart.

Dans le cas où des éléments de l'enveloppe seraient absents à ce stade (par exemple, la porte d'entrée) il est impératif de les colmater temporairement.

La préparation du bâtiment en vue du test doit être détaillée de manière compréhensive et intégrée dans le rapport de test.

Mesure conduite directement après l'achèvement du plan d'étanchéité à l'air

Une fois ce test en « cours de chantier » effectué, le maître d'ouvrage s'assure qu'aucun travail ultérieur ne puisse venir dégrader le plan d'étanchéité à l'air.

Si, pour des raisons diverses, il y a un doute sur l'intégrité du plan d'étanchéité à l'air, une autre mesure doit être faite.

En règle générale, un seul test de perméabilité à l'air suffit.

2nde mesure ?

4. Déroulement de la mesure

Procédé A ou B ?

Dans le PHPP le bilan énergétique se base sur un « état d'utilisation », d'où la nécessité d'effectuer les mesures de perméabilité à l'air selon le procédé A pour les bâtiments passifs.

Etat d'utilisation

Les seules ouvertures « permanentes » à colmater dans un bâtiment passif étant les entrées et sorties de la ventilation double-flux, il n'y a, dans ce contexte, aucune différence en matière de préparation du bâtiment entre le procédé B (test de l'enveloppe) ou le procédé A (état d'utilisation).

Si toutefois, des ouvertures à colmater spécifiquement pour le procédé B existaient, elles devront être réalisées de manière à ce qu'elles puissent être fermées si besoin (cage d'ascenseur, désenfumage etc...).

Une description exacte et détaillée de ces obturations temporaires doit être reportée dans le rapport de mesure.

Obturation du système de ventilation ?

Dans les bâtiments résidentiels, la ventilation mécanique contrôlée doit fonctionner en permanence pendant la période de chauffe pour des raisons d'hygiène.

Comme une ventilation équilibrée ne représente pas une source de fuite, elle est donc simplement et temporairement obturée pour la mesure (par adhésif ou à l'aide d'une vessie gonflable).

L'obturation doit toujours se faire sur l'entrée et la sortie d'air extérieure, de façon à éviter de mesurer les fuites dues aux conduites ou à la centrale de ventilation.

Résidentiel : obturation des bouches d'entrée d'air et de sortie d'air

Dans les bâtiments passifs non résidentiels (école, crèches, etc..) les systèmes de ventilation sont souvent arrêtés durant la nuit ou durant les week-ends, (utilisation intermittente).

Dans ces cas, le système de ventilation doit comporter des clapets étanches sur l'entrée et la sortie d'air extérieur de façon à éviter les pertes de chaleur supplémentaires provoquées par la convection thermique et la pression des vents forts, lorsque la ventilation n'est pas en fonctionnement.

Pour les systèmes de ventilation certifiés, les fuites des systèmes eux-mêmes sont déjà pris en compte dans les spécifications de l'appareil et sont donc compris dans le rendement de mise à disposition de chaleur.

Non résidentiel : fermeture des clapets exclusivement

Pour les bâtiments équipés d'un système de ventilation intermittent, les clapets doivent être fermés pendant le test mais pas obturés. Il en est de même dans le cas où des bâtiments comporteraient un système de ventilation mécanique pour l'été.

Obturations complémentaires

Il n'y a pas lieu d'obturer d'autres ouvertures du bâtiment pour la mesure d'étanchéité à l'air (serrure, chatière, fenêtres fuyantes...). Les équipements problématiques du point de vue étanchéité à l'air, (une cheminée à foyer ouvert ou un poêle avec une cheminée d'air non indépendante de l'air intérieur par exemple), ne peuvent de toute façon pas être utilisés dans un bâtiment passif.

Les seules exceptions pour lesquelles une obturation temporaire sera effectuée, est l'absence des composants du bâtiment (absence de porte, absence de clapet pour l'évacuation des eaux usées, tuyau d'évacuation non connectés...).

Là aussi, une description exacte et détaillée de tous les scellements complémentaires est indispensable dans le rapport de test.

L'objectif est d'obtenir des résultats reflétant le niveau d'étanchéité à l'air réel, donc, à l'état d'utilisation et non de créer une situation artificielle qui donnerait des résultats trop optimistes

Mesure en dépression et en surpression

A la différence de la norme EN 13829 ou l'ISO 9972, la méthodologie de mesure pour un bâtiment passif, exige une mesure en dépression et en surpression.

Cette procédure, facile à réaliser, permet d'obtenir un résultat de mesure des plus fiables.

Le niveau de performance du bâtiment en étanchéité à l'air est exprimé par la moyenne des résultats obtenus en dépression et en pression.

5. Cas particulier des grands bâtiments (valeur q_{50})

En raison du ratio surface/volume très favorable, l'indicateur n_{50} n'est, à lui seul, plus significatif pour les gros bâtiments.

Il devient alors nécessaire d'utiliser un indicateur supplémentaire, l'indicateur q_{50} , qui est basé sur la surface d'enveloppe.

Cette surface d'enveloppe doit être déterminée en référence avec les normes EN 13829 ou ISO 9972.

Les bâtiments dont le volume $V_{n50} \geq 1.500 \text{ m}^3$ sont considérés comme de grands bâtiments.

Pour ce genre de bâtiments, les 2 valeurs n_{50} et q_{50} doivent figurer dans le rapport de test.

Pas d'obturation supplémentaire

Exception : absence d'un élément constitutif de l'enveloppe

Etat d'utilisation

**Toujours
« Dépression » ET
« Surpression »**

Surface d'enveloppe

$\geq 1.500 \text{ m}^3$

**Valeurs
 n_{50} ET q_{50}**

Instructions concernant la méthode de calcul pour la surface d'enveloppe selon la norme EN 13829 et ISO 9972 :

La surface d'enveloppe est la surface totale de tous les planchers, murs, plafonds qui incluent le volume d'air considéré y compris les murs et planchers qui sont sous le niveau du sol. Le calcul est basé sur les dimensions intérieures. La surface correspondant à l'interface d'un mur intérieur avec le mur extérieur n'est pas déduite. (voir figure 4).

Pour simplifier la procédure dans le cas d'une construction passive (ce qui implique une dérogation par rapport à EN 13829 et ISO 9972), il est également possible d'utiliser la surface d'enveloppe utilisée dans le PHPP. Le fait que cette surface soit calculée avec des dimensions extérieures conduit à des différences négligeables dans ce cas de figure.

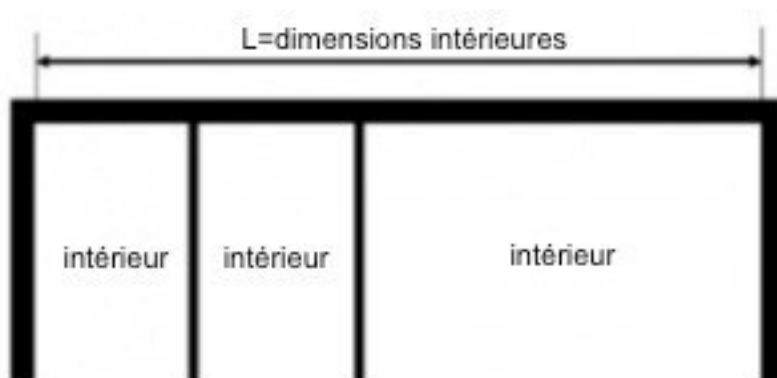


Figure 4 : dimensions intérieures pour le calcul de la surface d'enveloppe (cf EN 13 829)

Dans le cas de maisons alignées (mitoyennes) le mur de séparation doit être pris en compte également dans le calcul de la surface d'enveloppe ; ceci s'applique également pour tous les planchers, murs et plafonds des appartements voisins dans le cas des petits collectifs.

Ces surfaces ne doivent être prises en compte que si chaque habitation est mesurée séparément.

Valeur cible pour le q_{50}

Une valeur cible n_{50} inférieure ou égale à $0,6 \text{ h}^{-1}$ a été fixée comme valeur limite pour une labellisation "bâtiment passif/Passivhaus" (voir les critères de certification : <http://www.propassiv.fr>)

L'exigence pour l'enveloppe fixée pour des bâtiments plus petits peut être utilisée comme référence pour les grands bâtiments ($\geq 1500 \text{ m}^3$), ce qui porte la valeur cible à :

$$q_{50} \leq 0,6 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$$

L'étude de nombreux résultats de mesure sur de grands et très grands bâtiments a montré que cette valeur était appropriée et pouvait être atteinte sans difficulté, dès lors où l'on construit étanche à l'air.

Maisons alignées ou petits collectifs

Valeur cible q_{50}

Une exigence plus poussée peut être demandée pour des bâtiments à fonction spéciale (comme les piscines par exemple).

Attention : Pour les petits bâtiments, l'atteinte du critère $n_{50} < 0,6 \text{ h}^{-1}$ nécessite une conception et une réalisation du plan d'étanchéité à l'air très poussée, un résultat exprimé seulement par la valeur q_{50} ne serait pas suffisant.

**La valeur q_{50}
seule n'est pas
suffisante**