

Directive sur l'étanchéité à l'air dans les constructions Minergie (RiLuMi)

Version **2026.1**

Version du 01.01.2026, valable dès le 01.01.2026



Avec le soutien de

Copyright © détenus par l'Association Minergie / Association Suisse de Thermographie et Blower-Door

Auteurs :

Beda Bossard, Haute École de Lucerne – Technique et architecture / Minergie Suisse

Reto Niedermann, Comité de l'Association Suisse de Thermographie et Blower-Door (theCH)

Gregor Notter, Haute École de Lucerne – Technique et architecture / Minergie Suisse

Michael Wehri, Comité de l'Association Suisse de Thermographie et Blower-Door (theCH)

Crédit photo page de titre : Haute École de Lucerne – Technique et architecture ; photo 03.09.2020

Minergie Agence romande

Av. de Pratifori 24C

1950 Sion

027 205 70 10

romandie@minergie.ch

www.minergie.ch

Remerciements

Nous tenons à remercier tous les auteurs et participants aux consultations pour leurs précieuses contributions :

Les auteurs de la première édition (2007 et 2011) de la Directive sur l'étanchéité à l'air dans les bâtiments Minergie-A, Minergie-P et Minergie (C. Tanner et al.), qui a servi de base aux multiples révisions successives.

Nous adressons également nos remerciements à toutes les entreprises qui ont mis à disposition des images et des plans.

Cette directive a été élaborée en collaboration avec l'Association Suisse de Thermographie et Blower-Door (theCH), et a bénéficié de son soutien financier.

Sommaire

1	Introduction	5
1.1	Préambule	5
1.2	Importance de l'étanchéité à l'air	5
1.3	Aperçu des principales modifications en 2026	5
1.4	Chapitres pertinents pour les acteurs du domaine de la construction	6
2	Documents et concepts	7
2.1	Documents applicables	7
2.2	Définitions	7
3	Exigence Minergie	9
3.1	Exigences à respecter	9
3.2	Incertitude globale concernant la mesure	10
3.3	Autres exigences spécifiques relatives aux valeurs limites	11
3.4	Obligations et compétence en matière de détection des fuites	12
4	Concept d'étanchéité à l'air	14
4.1	Exigences relatives à un concept d'étanchéité à l'air	14
4.2	Concept d'étanchéité dans la construction de logements	16
4.3	Concept d'étanchéité pour les bâtiments hors habitat	18
4.4	Gestion des éléments de construction critiques	19
4.5	Point de contact entre les éléments de construction / Pénétrations	21
5	Concept de mesures d'étanchéité à l'air	23
5.1	Nombre de zones de mesures pour les habitations et les bâtiments du tertiaire	23
5.2	Sélection des zones de mesure pour les habitations	24
5.3	Détermination des zones de mesure pour les bâtiments du tertiaire	26
5.4	Détermination des zones de mesure pour les extensions et les changements d'affectation ²⁷	
6	Mesure de l'étanchéité à l'air	30
6.1	Conditions relatives à la mesure	31
6.2	Préparation du bâtiment	32
6.3	Étanchements provisoires	34
6.4	Méthodes de mesures	37
6.5	Valeur limite non atteinte	39
6.6	Exigences relatives à la série de mesures	40
6.7	Qualité des séries de mesure	41
6.8	Analyse des données	41
6.9	Méthodes de mesures complémentaires	41
7	Rapport de mesure lié à la mesure de l'étanchéité à l'air	43
7.1	Exigences relatives au rapport de mesure	43
8	Annexe	44
8.1	Supports pour chaque phase de la construction	44
8.2	Norme SIA 180 [1]	44
	Bibliographie	47
	Littérature complémentaire	49

1 Introduction

1.1 Préambule

Le présent document s'adresse à tous les acteurs du domaine de la construction (maîtres d'ouvrage, planificateurs, chefs de chantier, entreprises d'exécution partielle, etc.). Le groupe cible est ainsi nettement plus vaste que lors d'éditions précédentes de la RiLuMi, qui se focalisaient en premier lieu sur les spécialistes en charge des mesures.

Jusqu'alors, l'étanchéité à l'air représentait une exigence uniquement pour Minergie-P et Minergie-A ; exigence dont le respect devait être justifié à l'aide de mesures. L'Association Minergie a édité en 2007 la « Directive pour les mesurages de la perméabilité à l'air sur des constructions Minergie ». Depuis l'introduction du RiLuMi en 2007, de petites modifications ont été apportées et différentes normes et directives nationales et internationales ont été adaptées. Avec l'introduction des nouvelles exigences de Minergie 2017 et l'apparition de la norme SN EN ISO 9972 [2], il a été décidé de retravailler entièrement la directive et d'étendre les contenus aux besoins des planificateurs et des spécialistes en charge des mesures.

1.2 Importance de l'étanchéité à l'air

Un bâtiment doit être exécuté de la façon la plus étanche à l'air que possible, notamment pour :

- Garantir l'absence de dommages sur l'ouvrage
- Assurer un confort élevé (p. ex. éviter les courants d'air, les propagations d'odeurs, le bruit et l'humidité)
- Éviter les infiltrations
- Minimiser les pertes de chaleur
- Assurer la protection thermique estivale

1.3 Aperçu des principales modifications en 2026

Les principales modifications par rapport à la RiLuMi 2024.1 sont les suivantes :

- Dans la deuxième édition de la norme SN EN ISO 9972 2015-09 [2], les exigences et les désignations ont été harmonisées avec la norme SIA 180 [1]. Une comparaison partielle avec la pratique actuelle est présentée dans le tableau 1 ci-dessous.
- Précisions concernant le choix de la zone de mesure pour les bâtiments du tertiaire, ainsi que pour les immeubles d'habitation de moins de 5 logements (voir chapitres 5.2 et 5.3).
- Pour la certification provisoire, obligation de la soumission du concept de mesure impérativement être soumis pour les bâtiments du tertiaire (voir chapitre 5.3).
- Précisions concernant les portes d'ascenseur donnant directement sur une zone (voir chapitre 4.2, III. 2).
- Mise à jour des dispositions relatives aux éléments de construction de portes et de portails certifiés et aux éléments de construction critiques inévitables (voir chapitre 4.4).
- Passage de la méthode 2 à la méthode 3 selon la 2^e édition de la SN EN ISO 9972 2015-09 [2]. Les préparations adaptées et possibles de bâtiments sont indiquées dans le tableau 8 (NA.2), tableau 9 (NA.3), tableau 10 (NA.4).

Principales modifications normatives

Quoi ?	RiLuMi dès 2024	RiLuMi 2018	RiLuMi 2007
Norme	SIA 180.206 [2]	SN EN ISO 9972 [2]	EN 13829 [3]
Méthode	Méthode 3	En suivant la méthode 2 *)	Méthode B
Débit de fuite d'air ramené à la différence de pression de référence 50 Pa	q_{a50} ; m ³ /(h*m ²)	q_{E50} ; m ³ /(h*m ²)	$n_{50,st}$; h ⁻¹ ou q_{50} / q_{a50} ; m ³ /(h*m ²)

*) voir tableau 8, 9, 10 préparation du bâtiment

Tableau 1 : Aperçu des principales modifications normatives entre la RiLuMi dès 2024.1, la RiLuMi dès 2018 et la RiLuMi 2007

Les autres modifications ainsi que la comparaison des symboles avec d'autres normes sont indiquées dans le Tableau 4.

1.4 Chapitres pertinents pour les acteurs du domaine de la construction

Le Tableau 2 ci-après offre un aperçu des chapitres pertinents pour les différents acteurs du domaine de la construction (les chiffres entre parenthèses sont indiqués à titre informatif).

Qui ?	Chapitre
Maîtres d'ouvrage	2 et 3
Planificateurs	2, 3, 4 et 8
Entreprises d'exécution / chefs de chantier	2, 3, 4, 5 et 8
Spécialistes en charge de la mesure	2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8

Tableau 2 : Aperçu des chapitres pertinents pour les acteurs du domaine de la construction

2 Documents et concepts

2.1 Documents applicables

Les normes et directives suivantes s'appliquent en complément de la présente directive. La connaissance des normes supérieures SIA 180 [1] et SN EN ISO 9972 [2] est requise.

Aperçu des normes et documents applicables

Norme / document	Version en vigueur	Champ d'application
SN EN ISO 9972 + NA [2]	09/2015 resp. 12/2022	Mondial / Suisse
EN 13829 [3]	11/2000	Retiré de la SIA
SIA 180 [1]	07/2014	Suisse
Règlement de la marque Minergie [4]	Voir sur www.minergie.ch	Suisse
Règlement des labels Minergie [5]	Voir sur www.minergie.ch	Suisse

Tableau 3 : Aperçu des normes et documents applicables (NA = Annexe nationale à la norme SN EN ISO 9972 [2])

2.2 Définitions

Comparaison des normes

Cette liste couvre les paramètres les plus importants, mais ne prétend pas être exhaustive.

Le Tableau 4 présente certains des termes les plus importants avec les différents symboles utilisés dans les diverses normes

Dans cette directive, les symboles de la norme SN EN ISO 9972 [2] sont utilisés.

Aperçu des définitions et symboles conformément aux normes SN EN ISO 9972 [2], norme EN 13829 [3], norme SIA 180 [1]

Terme / désignation	Unité	Norme SN EN ISO 9972 [2]	Norme EN 13829 [3]	Norme SIA 180 [1]
Aire de l'enveloppe (Définition : voir EN ISO 9972 [2], § 6.1.2)	m ²	A _{inf}	A _E	A _{inf}
Volume intérieur (Définition : voir EN ISO 9972 [2], § 6.1.1)	m ³	V _i	V	V _i
Débit d'air mesuré	m ³ /h	q _{v,a,e}	V _m	q _{v,a,e}
Valeurs lues de débit d'air	m ³ /h	q _r	V _r	
Différence de pression mesurée	Pa	Δp _m	Δp _m	
Différence de pression de référence	Pa	Δp _r	Δp _r	Δp _r
Débit de fuite d'air à la différence de pression de référence	m ³ /h	q _{pr}	V _{pr}	q _{pr}
Débit de fuite d'air à 50 Pa	m ³ /h	q ₅₀	V ₅₀	q ₅₀
Taux de renouvellement d'air à la différence de pression de référence (référence au volume !)	h ⁻¹	n _{pr}		
Taux de renouvellement d'air à 50 Pa (référence au volume !)	h ⁻¹	n ₅₀	n ₅₀	
Débit de fuite d'air spécifique à travers l'enveloppe du bâtiment, ramené à l'aire de l'enveloppe, à la différence de pression de référence (référence à l'aire de l'enveloppe !)	m ³ /(h*m ²)	q _{Epr}		q _{pr}
Débit de fuite d'air ramené à la différence de pression de référence 50 Pa (référence à l'aire de l'enveloppe !)	m ³ /(h*m ²)	q _{a50}	q ₅₀	q _{a50} / q _{a50,li} / ta

Débit de fuite d'air spécifique à travers l'enveloppe du bâtiment, ramené à l'aire de plancher, à la différence de pression de référence	$m^3/(h \cdot m^2)$	q_{Fpr} bzw. q_{F50}	q_{wpr} bzw. q_{w50}	
Surface de fuite effective à la différence de pression de référence	m^2	ELA_{pr}		
Coefficient de débit d'air	$m^3/(h \cdot Pa^n)$	C_{env}	C_{env}	
Coefficient de fuite d'air	$m^3/(h \cdot Pa^n)$	C_L	C_L	C_L
Exposant de débit d'air	-	n (Exposant)	n (Exposant)	n (Exposant)
Coefficient de détermination	-	r^2		
Incertitude globale de mesure	%			

Tableau 4 : Aperçu des termes et symboles conformément aux normes SN EN ISO 9972 [2], norme EN 13829 [3], norme SIA 180 [1]

3 Exigence Minergie

3.1 Exigences à respecter

Selon le Règlement des labels MINERGIE®/MINERGIE-P®/MINERGIE-A® [5] (chapitre 6), ce qui suit prévaut :

Un **concept d'étanchéité à l'air** selon la norme SIA 180 [1] est obligatoire. C'est pourquoi il n'est plus spécifiquement exigé pour la certification du standard de base Minergie. Des indications utiles pour la mise en œuvre du concept d'étanchéité à l'air sont présentées au chapitre 4.

Pour tous les **bâtiments Minergie-P et Minergie-A**, un **concept de mesures d'étanchéité à l'air** doit être fourni à la demande de certification **à moins que toutes les unités d'utilisations/les affectations ne soient mesurées séparément**. Le chapitre 5 présente des informations complémentaires en lien avec le concept de mesures d'étanchéité à l'air.

Pour les bâtiments **Minergie-P et Minergie-A**, des **mesures d'étanchéité à l'air**, y compris la localisation des fuites, doivent être effectuées. S'agissant des bâtiments Minergie, la mesure visant à déterminer le respect de la valeur limite est facultative. Pour tous les labels de base Minergie, une mesure précoce reste toutefois recommandée pour des questions d'assurance qualité. Il reste également possible d'effectuer une localisation des fuites après la finition de l'enveloppe du bâtiment étanche à l'air. Le chapitre 6 présente des informations complémentaires en lien avec la mesure de l'étanchéité à l'air.

Concepts et mesures : aperçu

	Minergie	Minergie-P	Minergie-A
Concept d'étanchéité à l'air *	Facultatif	Facultatif	Facultatif
Concept de mesures d'étanchéité à l'air **	Recommandé pour l'habitat et pour les bâtiments non résidentiels***	Pour l'habitat et pour les bâtiments non résidentiels***	Pour l'habitat et pour les bâtiments non résidentiels***
Mesure d'étanchéité à l'air	Recommandé	Obligatoire	Obligatoire

Tableau 5 : Aperçu des concepts à fournir et des mesures à réaliser

* La norme SIA 180 [1] prescrit l'élaboration d'un concept d'étanchéité à l'air. Ce document peut être soumis de manière facultative, mais ne sera pas examiné par l'office de certification. Il est toutefois indispensable d'établir au préalable le concept d'étanchéité à l'air comme base pour l'élaboration du concept de mesures d'étanchéité à l'air (voir chapitre 5).

** Le concept de mesure doit impérativement être remis lors de la demande de certification provisoire. Des modifications sont possibles avant le début des mesures, uniquement en accord avec l'office de certification.

*** Pour le nombre de mesures nécessaires, voir le Tableau 7 (voir NB.2.2.2, norme SIA 180.206;2022 [1]).

Les valeurs limites mentionnées dans le tableau 6 pour les mesures s'appliquent par zone de mesure :

- En tant que valeur moyenne entre la dépression et la surpression
- Selon la méthode 3 (conformément à la norme SN EN ISO 9972 [2])
- En tant que mesure anticipée (voir le chapitre 6.4, let. b)) ou en tant que mesure lors de la réception de l'ouvrage terminé
- Avec une incertitude de mesure globale de max. $\pm 15\%$ (voir le chapitre 3.2)
- Avec une différence de pression naturelle de max. 5 Pa (conformément au chapitre 5.5.5, norme EN ISO 9972 [2])

Valeurs limites à respecter q_{a50}

	Minergie ($m^3/h \cdot m^2$)	Minergie-P ($m^3/h \cdot m^2$)	Minergie-A ($m^3/h \cdot m^2$)
Exigences pour les nouveaux bâtiments	≤ 1.2 *	$\leq 0,8$	$\leq 0,8$
Exigences pour les rénovations	≤ 1.6	$\leq 1,6$	$\leq 1,6$

* Les patinoires et les chambres froides ne doivent pas dépasser une valeur q_{a50} $1.0 m^3/(h \cdot m^2)$

Tableau 6 : Valeurs limites q_{a50} à respecter pour les mesures en $m^3/(h \cdot m^2)$

Pour évaluer si la valeur limite q_{a50} est respectée, la valeur mesurée arrondie à une décimale s'applique.

Exemple : une valeur mesurée $q_{a50} = 0,84 [m^3/h \cdot m^2]$ correspond, une fois arrondie, à $q_{a50} = 0,8 (m^3/(m^2 \cdot h))$; la valeur limite est ainsi respectée.

Les taux de renouvellement d'air doivent être indiqués avec deux décimales dans le rapport de mesure.

Le chapitre 6.5 décrit la marche à suivre si la valeur limite n'est pas atteinte.

Remarques :

- Les fuites isolées restantes ne doivent pas entraîner des dommages au bâtiment ni réduire le confort (par ex. à cause des courants d'air, du bruit, des odeurs, de l'humidité), même si l'exigence globale est respectée.
- Même de bons résultats de mesure ne peuvent pas totalement exclure des fuites isolées imperceptibles, éventuellement problématiques, ou des défauts cachés dans la construction.
- La perméabilité à l'air peut évoluer au fil du temps.

3.2 Incertitude globale concernant la mesure

L'incertitude globale de mesure n'est pas décrite de manière suffisamment détaillée dans la norme SN EN ISO 9972 [2]. C'est pourquoi la norme SIA 180.206 / SN EN 9972 : 2022 [2] a été complétée par une annexe nationale, dans laquelle le calcul de l'incertitude de mesure totale est défini au point NC.3.2.

Si un résultat de mesure se situe dans la zone a), b) ou c) selon l'illustration 1, l'étanchéité à l'air est jugée comme « satisfaite ». Le cas e) est tout aussi clair : l'étanchéité n'est pas satisfaite. Pour Minergie, les résultats de la zone d) sont en principe considérés comme « non satisfaits ». Dans ce cas, l'office de certification peut toutefois décider, sur la base du *résultat de la mesure*, de l'*incertitude de mesure globale*, de la *différence de pression naturelle*, de l'*exposant du débit n* et du *coefficient de corrélation r^2* , si elle accepte tout de même le résultat de la mesure par rapport aux objectifs de valeur limite.

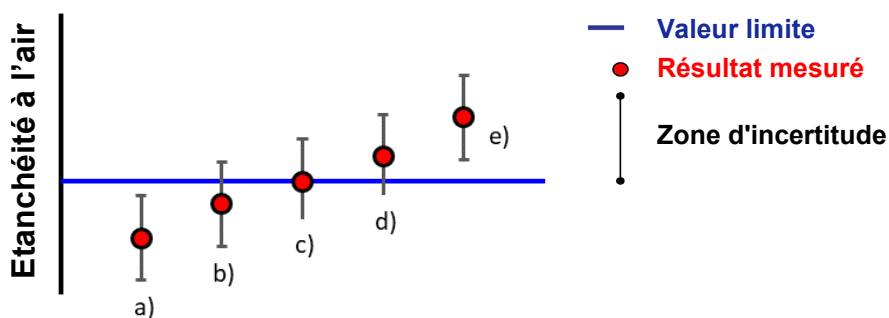


Illustration 1 : Situation possible des valeurs mesurées et leurs marges d'incertitude par rapport à la valeur limite

Remarques par rapport à l'incertitude de mesure :

La norme SN EN ISO 9972 [2] décrit dans son chapitre 8.3 : « Dans des conditions calmes, l'incertitude globale est inférieure à 10 % dans la plupart des cas. S'il y a du vent, l'incertitude globale peut atteindre ± 20 % . »

Un résultat imprécis ne provient pas seulement de la technique de mesure / de l'incertitude de mesure. Une procédure, ou une méthode, différente lors du conditionnement du bâtiment (p. ex. au niveau des étanchements provisoires) peut produire des différences considérables lorsque plusieurs équipes mesurent le même objet. C'est pourquoi la détermination de labels de mesure détaillés et uniformes grâce à la présente directive est importante. Vous trouverez des indications utiles pour réduire les erreurs de mesure aux chapitres 6.7 et 6.8, ainsi qu'au chapitre 6.5.

3.3 Autres exigences spécifiques relatives aux valeurs limites

a) Règlement complémentaire lors de rénovations

- Bâtiments d'habitation : en cas de rénovations, si la valeur limite pour des appartements isolés ne peut pas être respectée malgré la localisation des fuites et la correction supportable des défauts (p. ex. en raison de sols et de plafonds perméables non assainis), la justification du respect de la valeur limite pour l'ensemble du bâtiment suffit. Une annotation est alors ajoutée sur la fiche de projet relative au certificat définitif, précisant que les exigences Minergie ne sont pas remplies par rapport aux appartements et qu'une diminution du confort par rapport à la transmission des odeurs et des bruits est possible.

Dans le cas de bâtiments dont les unités d'utilisation ne sont accessibles que de l'extérieur, il n'est pas possible de mesurer l'enveloppe du bâtiment sur toutes les unités d'utilisation. Dans ce cas, elles doivent être mesurées avec une pression de compensation dans la/les unités adjacentes. L'enveloppe thermique du bâtiment de chaque unité d'occupation doit respecter la valeur limite. De plus, une mesure sans pression de compensation doit être effectuée pour déterminer les fuites internes.

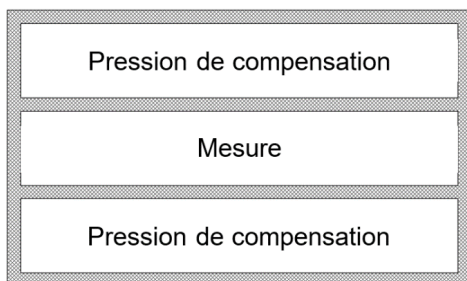


Illustration 2 : Représentation graphique mesure avec pression de compensation

- Bâtiments du tertiaire : dans la mesure où le projet de construction l'autorise, le même règlement s'applique par analogie. La décision relative à la procédure détaillée ainsi qu'à la détermination et à l'évaluation des valeurs limites doit être définie dans le concept de mesures, en accord avec l'office de certification.
- Transformations de type nouvelle construction (p.ex. curetages): la valeur limite pour les nouveaux bâtiments doit être respectée. Dans certains cas dûment motivés et sur demande écrite, l'office de certification peut approuver des valeurs limites différentes.

b) Rénovations avec extensions

Si des bâtiments existants sont agrandis (extension, surélévation), le respect de la valeur limite pour les nouveaux bâtiments, de la valeur limite pour les rénovations ou d'une valeur limite spécifique à l'objet est exigé selon les cas. Se référer au chapitre 5.4, lettre. a pour des informations plus détaillées par rapport aux différentes conditions.

c) Changement d'affectation

Si des bâtiments sont réaffectés, une valeur limite différente s'applique selon la variation de température des pièces. Les conditions détaillées et les valeurs limites à respecter sont décrites dans le chapitre 5.4, let. b.

d) Pour les bâtiments du tertiaire

En cas de constructions complexes, l'office de certification peut accorder, en fonction de la situation, des exceptions quant au respect des valeurs cibles, tant que les objectifs de Minergie sont respectés.

Si d'autres possibilités de vérification au sens du contrôle de la qualité Minergie sont prescrites (voir le chapitre 6.4, let. b ou 6.9, let. b), il n'est la plupart du temps pas possible de fixer des valeurs limites pour ces éléments (p. ex. prises de vue thermographiques).

3.4 Obligations et compétence en matière de détection des fuites

Avant la mesure, une localisation minutieuse des fuites est réalisée. Pour Minergie-P et Minergie-A, les fuites graves constatées doivent être documentées dans le rapport de mesure. Là où cela est possible et pertinent, il convient de corriger les défauts. Lorsque la valeur limite n'est pas atteinte, la suite de la procédure devrait être clarifiée au préalable avec le mandant et le chef de chantier. Si, en raison de l'exécution ou de points de détail compliqués, une localisation étendue des fuites est nécessaire pour corriger les défauts, les coûts pour la suite devraient figurer au préalable dans l'offre afin que les travaux puissent être exécutés sur place si cela se révèle nécessaire et possible (voir le modèle d'appel d'offres de theCH [10]). Au moment de décider quels défauts doivent être corrigés, il convient de faire la part entre l'investissement pour corriger les défauts et le risque de dommages ou de diminution du confort ou de perte d'énergie. À cet égard, consulter le rapport de recherche sur les fuites (en allemand) [8].

La procédure suivante est autorisée pour la localisation des fuites :

1) Élimination des défauts pendant la localisation de la fuite :

Si le « contrôle préliminaire » (localisation des fuites) révèle des fuites qui peuvent être rendues étanches définitivement, durablement et professionnellement par les exécutants sur instruction de la personne en charge des mesures ou de la direction des travaux, il s'agit de la meilleure façon de corriger les défauts.

2) Correction ultérieure des défauts :

Lorsque des fuites sont constatées dans le cadre du « contrôle préliminaire » (localisation des fuites), la suite de la procédure doit être décidée sur place. Deux cas de figure se présentent :

a) Étanchéité provisoire non autorisée

Des fuites ont été constatées, qui ne peuvent plus être rendues étanches de manière définitive, durable et professionnelle avant la mesure (p. ex. passages de câbles perméables, parcloles perméables, canaux de ventilation perméables, etc.). Dans ce cas, il est sensé de procéder à une localisation détaillée (et si possible quantifiée) des fuites et à la tenue d'un procès-verbal de façon à ce que des améliorations puissent être réalisées de manière ciblée.

- Si la valeur limite a été respectée et que des fuites ont été constatées, la responsabilité de leur élimination incombe à la direction des travaux et au maître d'ouvrage.
- Si la valeur limite a été dépassée, les fuites sont réparées et une nouvelle mesure est effectuée.
- Si la valeur limite est à nouveau dépassée lors de la nouvelle mesure, voir 6.5.

b) Étanchéité provisoire autorisée

Des fuites évitables ont été constatées, qui entraînent l'échec de la mesure (p. ex. fermeture du joint à abaissement Planet coincée, trou dans une vitre (dégradation du bâtiment), joints d'étanchéité manquants quelque part, etc.). Dans ce cas, il est admis que la personne en charge du contrôle installe pour la mesure une étanchéité provisoire d'ordinaire non autorisée ; cela est toutefois possible uniquement pour les fissures dont le résultat de l'amélioration peut être visuellement contrôlé sans problème. Si une valeur limite est ainsi respectée, aucune autre mesure ultérieure ne doit être réalisée pour Minergie. Pour ce faire, la condition suivante est ajoutée au rapport de contrôle :

- L'étanchéité ultérieure doit être effectuée par l'entreprise de manière professionnelle et durable, en accord avec la personne en charge du contrôle.
- Cette dernière doit procéder à un contrôle visuel de l'étanchéité après sa mise en place. Une preuve photographique est également autorisée

3) Remarque dans le rapport de contrôle :

Le contrôle doit être documenté dans le rapport de contrôle et dans le justificatif Minergie correspondant ou parvenir à l'office de certification au plus tard avant l'octroi du certificat définitif. La personne chargée du contrôle de l'étanchéité à l'air ne peut cocher la case « contrôle ultérieur » dans le justificatif que si l'amélioration a été contrôlée par ses soins [17].

4) Obligations sans dépassement de la valeur limite :

La personne en charge du contrôle peut également prendre des dispositions particulières en vue d'une amélioration sans que la valeur limite soit dépassée. C'est notamment le cas lorsque, lors de la localisation des fuites, elle détecte des sources de dégâts potentielles ou des éléments pouvant réduire le confort dont l'élimination est nécessaire (voir à ce sujet les « Remarques » relatives aux valeurs limites dans le Tableau 6).

5) Obligation de mesures supplémentaires :

Si la valeur limite est dépassée lors d'une première mesure, la mesure doit être répétée après que des améliorations ont été apportées. Si la deuxième mesure dépasse également la valeur limite, des mesures doivent impérativement être effectuées dans des zones supplémentaires pour les objets comportant plusieurs zones. La procédure exacte est décrite au chapitre 6.5. Toutes les zones de mesure définies et les éventuelles zones supplémentaires doivent satisfaire aux exigences.

6) Fuites systématiques :

Si des fuites systématiques sont constatées lors des mesures, elles doivent être contrôlées visuellement dans toutes les zones et, le cas échéant, être corrigées. Il est recommandé de procéder à un contrôle des résultats en effectuant des mesures supplémentaires par échantillonnage. Ces dernières doivent être inscrites dans le formulaire Excel et intégrées dans le rapport de mesure.

4 Concept d'étanchéité à l'air

Le concept d'étanchéité à l'air sert à intégrer le thème de l'étanchéité à l'air dans toutes les phases d'un projet de construction. Ce processus commence dès la convention d'utilisation avec le maître d'ouvrage ainsi que la définition de zones d'utilisation et leur délimitation en vue de concrétiser les exigences ; il se termine seulement après l'achèvement des travaux avec l'instruction et le suivi des utilisateur·trice·s / habitant·e·s.

Un concept d'étanchéité à l'air est obligatoire selon la norme SIA 180 [1]. Pour tous les standards, le concept d'étanchéité à l'air peut être remis à l'office de certification à titre facultatif. Celui-ci n'est toutefois pas contrôlé.

4.1 Exigences relatives à un concept d'étanchéité à l'air

Le concept d'étanchéité à l'air doit être actualisé et concrétisé en fonction de l'état de la planification. Au cours du processus de construction, les responsabilités, interfaces et plans de contrôle relatifs à l'assurance qualité doivent par conséquent être définis.

L'existence d'une convention d'utilisation avec le maître d'ouvrage, qui comprend entre autres la détermination du label énergétique et les valeurs limites relatives à l'étanchéité qui en découlent pour toutes les zones ainsi que le type de délimitation entre les unités d'utilisation, constitue une condition par rapport à l'élaboration du concept. Pour ce faire, il s'agit de clarifier au préalable les exigences du maître d'ouvrage et d'en discuter si nécessaire.

Les exigences relatives aux différents concepts selon la norme SIA 180 [1] sont décrites au chapitre 8.2.

Sur la base de ce concept général, la planification détaillée de la couche d'étanchéité exigée conformément à la norme SIA 180 [1] doit ensuite être effectuée.

a) Concept général

Les points suivants doivent figurer dans le concept général :

- Couverture :
 - Emplacement de l'objet (adresse)
 - Mandant
 - Auteur
 - Date de création et état de la planification comme situation de départ
- Remarques préliminaires :
 - Explications techniques
 - Exigences de la convention d'utilisation
- Description générale du projet :
 - Nature / conception (pour les constructions existantes)
 - Label prévu / exigences / valeurs cibles
 - Données pertinentes relatives aux installations techniques du bâtiment
 - Mention des principaux responsables pour la mise en œuvre du concept
 - Plans et coupe(s) du bâtiment avec identification de la zone hermétique par une ligne colorée continue et avec l'indication correspondante des points de détail probablement critiques.
 - Pour autant que, selon la situation, l'enveloppe du bâtiment ne soit pas seule concernée par les exigences en matière d'étanchéité à l'air, l'auteur doit également prendre en compte les parois de séparation, les plafonds et gaines concernés, p. ex. entre des appartements, les zones d'utilisation ou les zones de climatisation (voir chapitre 8.2, remarque 5 sur le Tableau 10).

- Informations relatives aux zones étanches à l'air sur la surface (matérialisation des procédés traditionnels de construction)
- Liste ou présentation des détails pertinents du projet avec des présentations grossières / simples du principe (pas de planification spécialisée détaillée !) Des propositions se trouvent par exemple sous <https://www.luftdicht.info/luftdichtheitskonzept.php>.
- Pour les bâtiments hors habitat et les grands bâtiments : désignation des éléments de construction critiques et fixation des exigences quant à leur étanchéité à l'air ou des instructions des classes de perméabilité à l'air (voir le chapitre 8.2 et le chapitre 4.4).
- Informations relatives aux mesures prévues en vue de l'assurance qualité durant la phase d'exécution (p. ex. inspections de chantier, mesures de la perméabilité à l'air, etc.)
- Remarques générales (pour des questions de responsabilité) :
 - Le concept général ne remplace pas le plan d'exécution
 - Indication de la planification spécialisée encore nécessaire
 - Dans le concept d'étanchéité à l'air, les questions relatives à la planification de l'aération doivent uniquement être traitées dans le cadre des pénétrations voulues des zones et planifiées séparément conformément à la norme SIA 180 [1], paragraphe 3.2.

b) Planification de la couche d'étanchéité à l'air dans le cadre du plan d'exécution

La planification de la couche d'étanchéité dans le cadre du plan d'exécution se base, à l'étape suivante, sur le concept général et tient compte des modifications de plan qui interviennent entretemps. Outre l'identification de la couche d'étanchéité à l'air sur les plans et les coupes, elle contient les informations suivantes :

- Liste / présentation de tous les détails pertinents avec un plan d'exécution détaillé
- Comparaison / adaptation du concept en accord avec les planificateurs spécialisés pour la statique, la protection thermique, la protection contre l'humidité / le bruit / l'incendie, la protection du bois et l'étanchéité à l'air en vue de concrétiser les exigences
- Détermination des structures en couche, des matériaux et de l'exécution sur la surface en ce qui concerne les transitions de matériaux, les raccords, les bords et les pénétrations auxquels il faut s'attendre, et comparaison avec les instructions du fabricant (sert de base pour l'appel d'offre / la soumission).
- Appels d'offres et adjudication (voir page 16 dans [18]) : dans les remarques préalables à l'appel d'offres, attirer l'attention sur le soin à apporter à la réalisation du niveau d'étanchéité à l'air. Rédiger les textes d'appel d'offres avec une description détaillée de tous les raccordements et pénétrations.
- Détermination des responsabilités dans le cadre de la planification, de l'exécution et de la surveillance / l'assurance qualité, définition des interfaces entre les acteurs.
- Élaboration de calendriers et détermination des ordres de succession dans le cadre de l'exécution et de l'assurance qualité au niveau de l'étanchéité (remarque : étant donné que la mesure de la perméabilité à l'air doit, dans la règle, être effectuée après l'exécution des travaux essentiels qui contribuent à l'étanchéité, le déroulement de la construction s'adaptera, dans la mesure du possible, à cet aspect).

4.2 Concept d'étanchéité dans la construction de logements

Conformément au chapitre 8.2, remarque 5 sur le Tableau 12, les planificateurs déterminent quelles zones doivent être étanches à l'air les unes par rapport aux autres. Pour les logements, il n'y a pour ainsi dire presque aucune marge de manœuvre.

Si le garage (max. 2 places de stationnement) est intégré dans l'enveloppe thermique d'une habitation individuelle et qu'il existe un accès entre la partie résidentielle et le garage, la limite de l'étanchéité à l'air doit courir entre la partie résidentielle et le garage. La porte séparant le garage de l'habitation doit être étanche à l'air. La porte de garage (accès voiture) doit également être installée de manière étanche à l'air. D'une manière générale, les éléments séparant les espaces avec sources de pollution ou d'humidité doivent être étanches à l'air (voir chapitre 8.2, note 6 du Tableau 12).

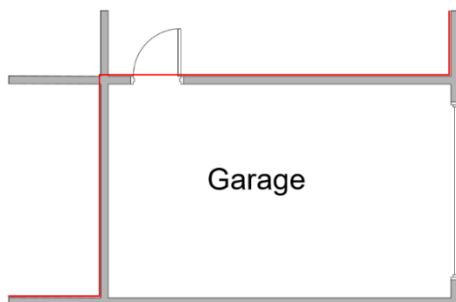


Illustration 3 : Schéma de la limite d'étanchéité à l'air (ligne rouge) entre l'habitation et le garage dans les habitations individuelles

L'étanchéité mutuelle des logements d'un immeuble collectif doit respecter les règles techniques généralement reconnues dans le domaine de la construction. Il convient de traiter les détails selon le chapitre 8.2, remarque 3 sur le Tableau 12).

Si un ascenseur mène directement à un logement (par exemple, un appartement en attique), la porte de fermeture supplémentaire en amont doit être étanche à l'air.

Remarque : les deux portes (porte de fermeture de la cage d'ascenseur, fournie par le constructeur de l'ascenseur, et porte de fermeture supplémentaire du logement, fournie par exemple par le menuisier) ne doivent pas être provisoirement étanchées.

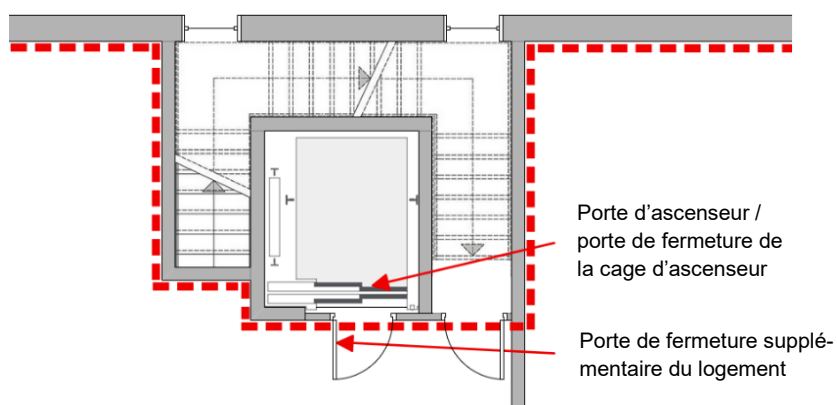
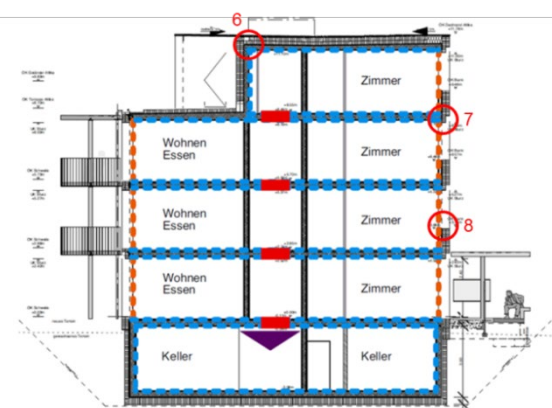


Illustration 4 : Graphique représentant l'évolution du tracé de la limite d'étanchéité à l'air (ligne rouge) entre la partie habitable et la cage d'ascenseur.

Lorsque les étages sont de construction identique, la présentation du concept d'étanchéité est nécessaire pour un étage type uniquement. Si un bâtiment est par exemple composé d'un rez-de-chaussée, de plusieurs étages qui s'en distinguent et d'un attique, des concepts d'étanchéité à l'air doivent être élaborés pour trois étages (rez-de-chaussée, étages et attique).

Pour la gestion des éléments de construction critiques, se référer au chapitre 4.4.

Exemple pour un bâtiment résidentiel :








- 
 Couche de fond du sol jusqu'à la dalle supérieure du plafond, étanchéité des joints de fenêtres internes réalisée à l'aide d'une bande d'étanchéité.
- 
 Mur en béton coulé sur place, plafond en béton, joints des portes et fenêtres avec bande d'étanchéité.
- 
 Joints des panneaux en placoplâtre collés de manière étanche aux éléments de construction adjacents.
- 
 Gains techniques scellées de manière étanche dans les dalles supérieures.
- 
 Traversée murale pour les installations scellée de manière étanche.

Illustration 5 : En haut : plan avec inscription des mesures relatives à l'étanchéité. En bas à gauche : coupe avec inscription des mesures relatives à l'étanchéité. En bas droite : légende des mesures. (Source : demande modèle Minergie-A)

4.3 Concept d'étanchéité pour les bâtiments hors habitat

Les maîtres d'ouvrage et les planificateurs déterminent, sur la base de la norme SIA 180 [1], quelles zones doivent satisfaire à quelles exigences en matière d'étanchéité à l'air.

Contrairement aux habitations, des décisions importantes doivent être prises pour les bâtiments hors habitat et les grands bâtiments dès la phase de conception.

- Passage du périmètre d'étanchéité dans le cas de bureaux ou de surfaces commerciales.
- Passage du périmètre d'étanchéité dans le cas des hôtels. Par exemple chambres individuellement, restaurant, cafétéria, cuisine, blanchisserie, ateliers, etc.
- Passage du périmètre d'étanchéité dans le cas des établissements pour personnes âgées. Par exemple chambres des résidents individuellement, restaurant, cafétéria, cuisine, blanchisserie, ateliers, etc. **Les petits appartements / studios doivent être mesurés individuellement.**
- Passage du périmètre d'étanchéité dans le cas des hôpitaux. Par exemple chambres des patients individuellement, salle d'opération, salles d'isolement, salles blanches, restaurants, cafétérias, cuisines, blanchisserie, ateliers, etc.
- Passage du périmètre d'étanchéité dans le cas des piscines couvertes. Par exemple la limite entre la partie bain et vestiaires, entre la zone administration et restaurant, respectivement entre les bassins intérieurs et extérieurs lors de liaison directe en eau (à comparer avec les exigences supplémentaires pour les piscines couvertes [13]).
- Passage du périmètre d'étanchéité dans le cas des patinoires. Par ex. la limite entre la·les halle·s de glaces et les autres zones telles que les vestiaires, restaurant, etc. Les zones exploitées de manière indépendante doivent être étanches par rapport à la patinoire (à comparer avec les exigences supplémentaires pour les patinoires [14]).
- Zones contenant des sources de pollution de l'air. Elles doivent être hermétiquement séparées des zones adjacentes occupées par des personnes. Voir **SIA 180 [1]** chapitre 8.2, note 6 du Tableau 12.
- Étanchéité des cloisons dans les constructions légères **attenantes aux éléments de construction adjacents.**
- Cloisonnement des planchers surélevés et des plafonds suspendus sur lesquels se raccorde le périmètre d'étanchéité de la zone adjacente.
- Compartiments coupe-feu : pour les bâtiments du tertiaire, il peut être utile de définir les grands compartiments coupe-feu comme zones d'étanchéité et de mesure. Il faut toutefois tenir compte du fait que « étanche à la fumée » ne veut pas dire étanche à l'air et que « les portes coupe-feu, sans spécification particulière du concepteur, ne sont pas tenues d'être étanches à la fumée ni à l'air en Suisse ».

Pour la gestion des éléments de construction critiques, se référer au chapitre 4.4.

Si les étages sont de construction identique, la présentation du concept d'étanchéité est nécessaire pour un étage type uniquement.

S'il n'existe pas de concept d'étanchéité à l'air pour les bâtiments du tertiaire, il est plus difficile de définir les zones de mesure.

¹ (voir la norme SIA 180 [1], chapitre 3.6.1.1). Les prescriptions de protection incendie de l'AEAI [9] et les directives de protection incendie fournissent des indications détaillées sur la définition des compartiments coupe-feu.

Exemple bâtiment hors habitat :

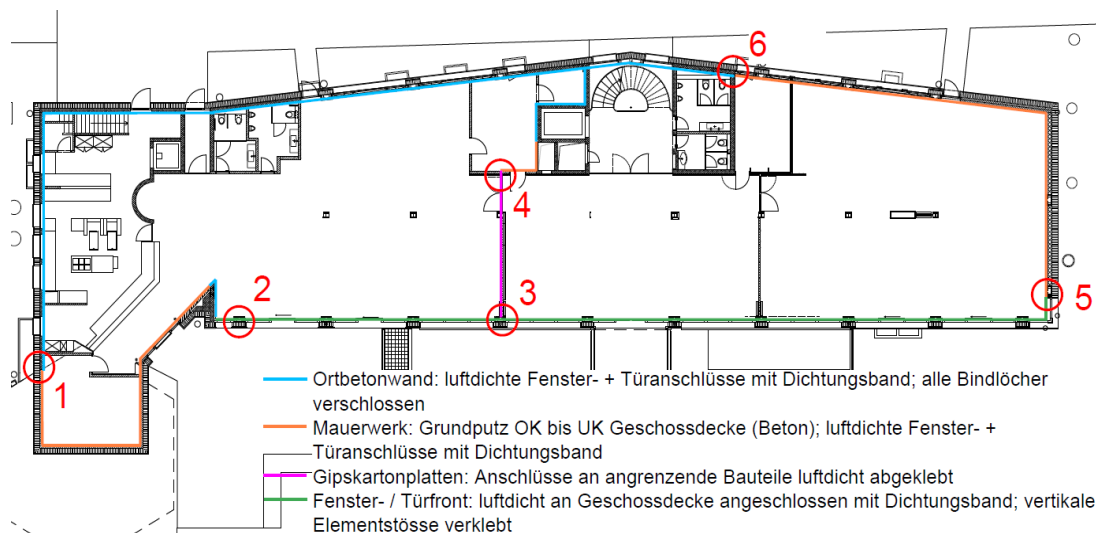


Illustration 6 : Plan avec inscription des mesures relatives à l'étanchéité à l'air. Source : plans mis à disposition par Flumroc SA.

4.4 Gestion des éléments de construction critiques

Les termes « éléments de construction critiques » (relativement à l'étanchéité de l'air) désignent, selon la norme SIA 180 [1], point 3.6.1.4 et 3.6.1.5, des éléments de construction **pour lesquels les exigences concernant l'étanchéité à l'air doivent être fixées de manière spécifique**. Il existe deux possibilités pour y remédier. Soit en adaptant les valeurs limites (voir 4.4, lettre c)), soit en masquant les éléments de construction critiques inévitables (voir Tableau 8, Tableau 9, Tableau 10).

Problématique :

Pour les mesures Minergie, les « éléments de construction critiques » sont traités selon la description de la méthode 3 (enveloppe du bâtiment). Une distinction est faite entre les éléments de construction :

- pour lesquels des classes de perméabilité à l'air ont été définies selon des normes de composants
- pour lesquels les exigences en matière de perméabilité à l'air ont été définies spécifiquement pour l'objet en question
- pour lesquels aucune solution d'étanchéité à l'air n'est disponible selon l'état de la technique (= éléments de construction critiques inévitables).

Pour en savoir plus sur cette situation insatisfaisante, les étanchements des différents « éléments de construction critiques » devraient être successivement éliminés après la mesure ordinaire (avec des éléments de construction critiques inévitables provisoirement isolés) là où cela est possible (Aiding a hole). À cet égard, il convient de déterminer pour chaque élément de construction, au moyen d'une mesure en un point à 50 Pa de dépression (ou surpression), le débit de fuite d'air de l'élément de construction à l'aide de la différence obtenue. Il est ainsi possible d'établir des comparaisons provisoires par rapport à quelques normes de construction.

À titre informatif, cette méthode est également décrite dans la norme SN EN ISO 9972 [2], annexe E.

a) Exemples généraux d'éléments de construction critiques :

- **Porte de fermeture de la cage d'ascenseur (voir Illustration 4)**
- Entrées pour accès public (portes à tambour avec joints à brosses, etc.)
- Portes enroulables, coulissantes, pliantes, sectionnelles, etc. classées selon la norme SN EN 12426 [15] les exigences du chapitre 4.4, lettre c) s'appliquent.

b) Exemples spécifiques dans les habitations

- Pour les bâtiments existants, cheminées dépendant de l'air ambiant et fourneaux chauffant une seule pièce : le clapet d'air et clapet de fumées ne sont pas étanches.
- Pour les nouveaux bâtiments, les conduites directes d'air comburant au foyer s'appliquent conformément à la norme SIA 180 [1] (paragraphe 3.6.2.1).
- Hottes de cuisine à extraction d'air (prévoir une compensation de l'air selon la norme SIA 382/5:2021 paragraphe 1.1.2.20)

c) Assouplissement des valeurs limites pour les portails et les portes coulissantes automatiques

Les portes conformes à la norme SN EN 12426 [15] et les portes coulissantes automatiques pouvant être classées selon la norme SN EN 12207 [16] ne sont pas considérées comme des éléments de construction critiques incontournables ; elles bénéficient toutefois d'un assouplissement des exigences relatives aux valeurs limites et ne doivent pas être rendues étanches pour la mesure.

- Pour les portes à déplacement vertical, la valeur limite à respecter pour la perméabilité à l'air de l'enveloppe est celle de la classe 3 ($6 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$) selon la norme SN EN 12426 [15].
- Pour les portes à déplacement horizontal d'une largeur supérieure à 2.50 m et d'une surface supérieure à 6.25 m^2 , la valeur limite de classe 3 ($6 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$) selon la norme SN EN 12426 [15] est prise en compte pour la valeur limite à respecter concernant la perméabilité à l'air de l'enveloppe.
- Pour les portes à déplacement horizontal d'une largeur inférieure à 2.50 m et d'une surface inférieure à 6.25 m^2 , la valeur limite à respecter pour la perméabilité à l'air de l'enveloppe du bâtiment est celle de la classe 2 ($12 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$) selon la norme SN EN 12426 [15].
- Pour les portes coulissantes automatiques destinées au public, on se réfère à la valeur limite de la classe 2 ($27 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ à 100 Pa = $17,0 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ à 50 Pa selon la norme SN EN 12207 [16]).

La valeur limite spécifique à l'objet (osGW) résulte de la formule suivante :

$$osGW q_{a50} = \frac{(A_{inf,sans\ porte} \times 0.8\ ou\ 1.2) + (A_{inf,portes} \times 6.0\ ou\ 12.0)}{Somme\ A_{infGlobal}} \text{ [m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)\text{]}$$

Exemple :

Surface de l'enveloppe sans portes		1000.00 m ²
Surface des portes	(2 portes de 5.00 m de large, 4.00 m de haut)	40.00 m ²
	(2 portes de 2.00 m de large, 2.50 m de haut)	10.00 m ²
Total		1050.00 m ²

$$osGW q_{a50} = \frac{1000 \times 0.8 + 40 \times 6.0 + 10 \times 12}{1050} = 1.10 \text{ [m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)\text{]}$$

d) Éléments de construction critiques inévitables qui ne peuvent pas être rendus étanches à l'air

Si des éléments de construction critiques inévitables (plates-formes élévatoires, rampes d'accès, etc.) sont présents dans le plan d'étanchéité à l'air et ne peuvent pas être étanchés en cours d'utilisation, il convient de :

- Retirer les pièces contenant ces éléments de construction du périmètre d'étanchéité à l'air et les déplacer vers les pièces adjacentes (voir Illustration 7).

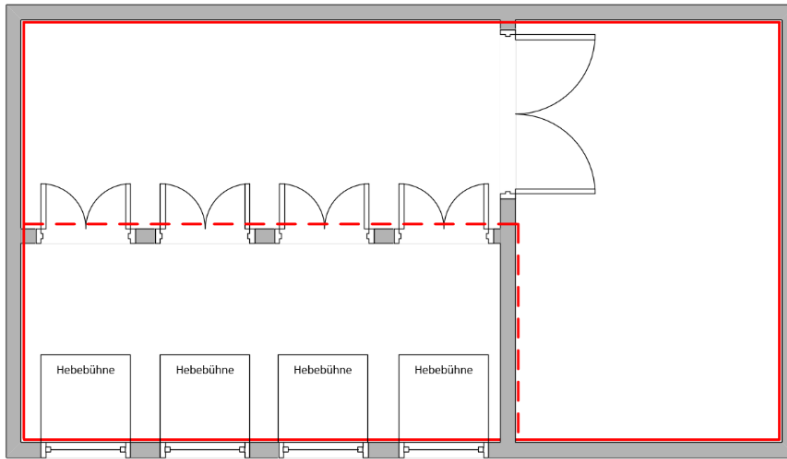


Illustration 7 : Plan avec périmètre d'étanchéité à l'air décalé (ligne rouge en pointillés)

4.5 Point de contact entre les éléments de construction / Pénétrations

a) Point de contact entre les éléments de construction

Les points de contact entre les éléments de construction doivent être décrits et illustrés dans le concept d'étanchéité à l'air. Des exemples à ce sujet figurent sur le portail d'information relatif au thème de la construction étanche à l'air (en allemand), sur [WISSEN Wiki \(en allemand\)](#) ou sur le site Internet du fabricant (schémas détaillés). L'illustration d'un raccord sol-murs extérieurs pourrait être représentée comme suit.

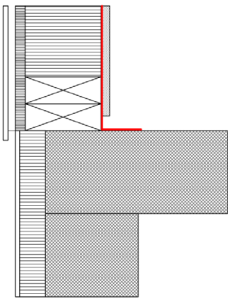


Illustration 8 : Exemple typique de raccords sol - murs extérieurs au niveau des éléments de construction

b) Pénétrations

Toutes les installations passant à travers le périmètre d'étanchéité à l'air doivent être inscrites dans les plans (voir ill. 4). L'étanchéité entre l'élément de construction pénétrant / l'installation et l'élément de construction adjacent doit être décrite.

Il convient de noter que des gaines techniques peuvent se trouver à l'intérieur ou à l'extérieur du périmètre d'étanchéité à l'air. Toutes les pénétrations à travers le périmètre doivent être étanchées individuellement et durablement.

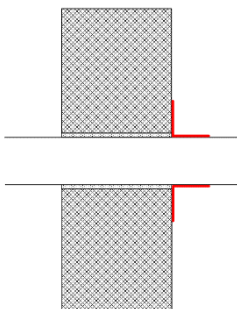


Illustration 9 : Exemple typique de pénétration autour d'un tuyau

Dans les gaines techniques, les éléments coupe-feu doivent faire le tour des conduites / canaux de manière rigoureuse.

Si les dispositions de protection incendie permettent de renoncer à une fermeture totale horizontale étanche à l'air dans une gaine technique (cf. directive de protection incendie 15-15, chiffre 3.6), toutes les parois de la gaine doivent être recouvertes d'un enduit de fond (sauf les parois en béton et en bois). En outre, la paroi/les parois de fermeture de la gaine, les raccords latéraux et toutes les pénétrations (conduites, raccords vissés, inserts, plaques de commande des chasses d'eau encastrées, etc.) doivent être étanches à l'air.

Si des conduites passent dans des installations en applique et que leur revêtement côté pièce constitue le périmètre d'étanchéité à l'air, les mêmes exigences que pour les gaines techniques s'appliquent.

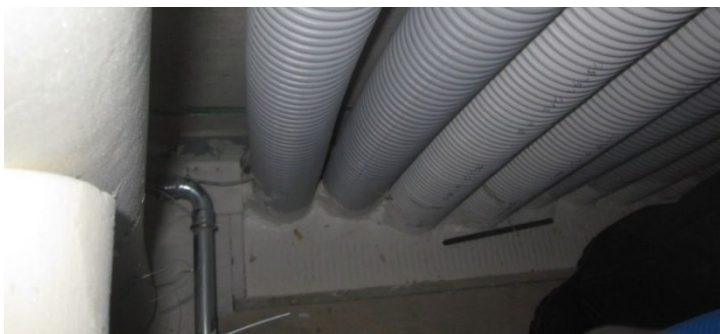


Illustration 10 : Gains techniques avec installation (source : Haute école de Lucerne – Technique et architecture ; photo : 30.11.2013)

Les câbles électriques ne doivent pas être installés en faisceau à travers le périmètre d'étanchéité à l'air.

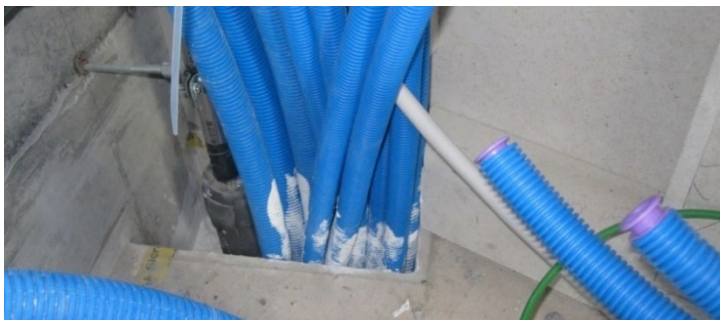


Illustration 11 : Inapproprié : installation électrique en faisceau (source : Haute école de Lucerne – Technique et architecture ; photo : 30.11.2013)

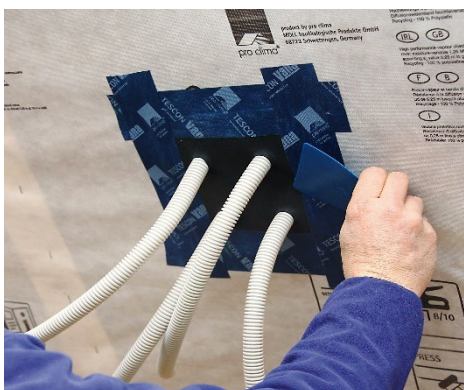


Illustration 12 : Manchette appropriée pour gaines multiples (source : image gauche : pro clima Suisse GmbH, image droite : Kel-DPU)

5 Concept de mesures d'étanchéité à l'air

En sus du concept d'aération et du concept d'étanchéité à l'air fixés par la norme SIA 180 [1], un concept de mesures d'étanchéité à l'air doit être établi pour les bâtiments Minergie-P et Minergie-A des catégories de bâtiment suivantes :

- Habitations, voir chapitre 5.1
- Bâtiments du tertiaire, voir chapitre 5.2
- Extensions et changements d'affectation, voir chapitre 5.3

La base pour un concept de mesures d'étanchéité à l'air est le concept d'étanchéité à l'air. Il présente le nombre et la situation des zones de mesure et justifie leur choix. Pour ce faire, de premiers entretiens avec les planificateurs et la direction du chantier sont la plupart du temps nécessaires ; en effet, pour des raisons organisationnelles et techniques, il n'est pas possible d'effectuer des mesures à tout moment et en tout lieu.

Le concept de mesure doit impérativement être déposé par écrit pour approbation lors de la demande de certificat provisoire. Pour les bâtiments d'habitation, il est possible de renoncer à un concept de mesure si tous les appartements sont mesurés, ce qui doit également être annoncé par écrit à l'office de certification. Des modifications sont possibles jusqu'à quatre semaines avant le début des mesures, uniquement en accord avec l'office de certification.

Les offices de certification approuvent ou corrigent le concept de mesure. Les mesures doivent être effectuées conformément au concept de mesure approuvé. Les modifications ne sont possibles que sur accord de l'office de certification, et ce jusqu'à quatre semaines avant le début des mesures.

Si des rapports de mesures liées à des bâtiments sont déposés sans un concept de mesures approuvé, ils sont refusés. Exception : toutes les unités d'utilisation sont mesurées.

Un bâtiment peut comprendre une ou plusieurs unités d'utilisation (bâtiments d'habitation ou bâtiments du tertiaire). Au sein d'une unité d'affectation, il peut y avoir une ou plusieurs affectations (par exemple, restaurant, industrie, etc.).



Illustration 13 : Représentation schématique (plan) d'un bâtiment comprenant différentes unités d'occupation (NE 1-3, encadrées en rouge, bleu et vert) et différentes affectations (N 1-3, encadrées en jaune, violet et orange)

5.1 Nombre de zones de mesures pour les habitations et les bâtiments du tertiaire

Pour les bâtiments exclusivement résidentiels ou les bâtiments du tertiaire, le nombre de mesures doit être déterminé conformément au Tableau 7.

Si un bâtiment comprend à la fois des logements et du non résidentiel, le nombre de mesures doit être appliqué séparément, par analogie avec le tableau 7. Exemple : 15 logements > 7 à 10 mesures, non-résidentiels 10 unités d'utilisation > 6 à 9 mesures ; total : 13 à 19 mesures.

Les critères de détermination du nombre minimal et maximal de mesures requis doivent être appliqués conformément aux chapitres 5.2 et 5.3 ci-après.

Détermination du nombre de mesures

Nombre de zones de mesures	1	2	3	4	5	10	15	20	30	40	50	100	200	300
Nombre de mesures														
Minimum exigé	1	1	2	2	3	6	7	8	9	10	11	14	18	21
Maximum exigé	1	2	3	4	5	9	10	11	13	15	16	20	25	29

Tableau 7 : Fourchette du nombre de mesures à effectuer. Les valeurs intermédiaires doivent être interpolées. Remarque : dans des cas exceptionnels dûment justifiés, les offices de certification peuvent s'écarter des indications figurant dans le Tableau 7.

5.2 Sélection des zones de mesure pour les habitations

La norme SIA 180 [1] exige une étanchéité, tant contre l'extérieur que contre différentes zones d'utilisation en fonction de la situation.

a) Détermination de la zone de mesure pour les maisons individuelles

Selon Minergie, les maisons individuelles autonomes ne nécessitent pas de concept de mesures, la zone de mesure étant la plupart du temps évidente. Dans le cas d'un second logement indépendant de la construction principale, chaque logement est considéré comme une unité d'utilisation et doit donc être mesuré indépendamment.

Les pièces se situant hors du périmètre d'isolation thermique ne font pas partie, en principe, du périmètre d'étanchéité.

Les garages avec accès direct à la zone de mesure, qui sont situés dans l'enveloppe thermique du bâtiment doivent être séparés de manière étanche (cf. chapitre 4.2). Le dispositif de mesure (porte soufflante) ne doit pas être installé sur cet accès, la porte du garage doit également être mesurée et ne doit pas être scellée provisoirement (cf. Illustration 3).

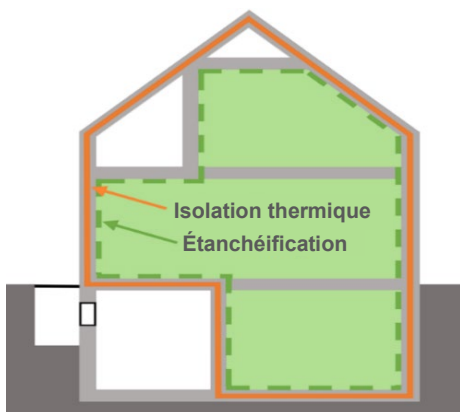


Illustration 14 : Pour les maisons individuelles plus anciennes, il convient de définir où passe le périmètre d'étanchéité

Pour les bâtiments plus anciens, il faut clarifier au préalable si le périmètre d'étanchéité à l'air (cf. Illustration 14) diverge du périmètre d'isolation thermique. La norme SN EN ISO 9972 [2] décrit la zone de mesure comme suit (chapitre 5.1.2. a)):

« Normalement, la partie de bâtiment mesurée inclut toutes les pièces volontairement conditionnées (c'est-à-dire l'ensemble des pièces destinées à être directement ou indirectement chauffées, rafraîchies et/ou ventilées). »

b) Détermination des zones de mesure pour les immeubles, **maisons mitoyennes** et lotissements

En principe, chaque unité d'utilisation (= logement) doit être mesurée individuellement. Les logements doivent également être étanches les uns par rapport aux autres.

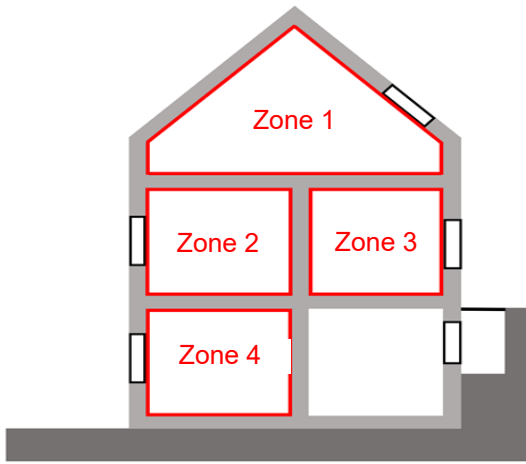


Illustration 15 : Immeuble collectif avec quatre unités d'utilisation. Dans les immeubles collectifs, chaque unité d'utilisation (logement, espace commun, etc.) doit être étanche à l'air par rapport aux autres unités d'utilisation. Cette indication s'applique aussi aux cages d'escalier, qui sont rarement mesurées en tant que zone séparée.

Pour les plus grands lotissements **et les maisons mitoyennes**, il n'est pas nécessaire de mesurer tous les logements, en particulier si les plans sont identiques. Les points problématiques systématiquement découverts doivent être corrigés dans toutes les unités d'habitation. Cela peut se faire sans mesure supplémentaire. Il reste toutefois recommandé de procéder à des mesures aléatoires, en particulier lorsque de nombreuses ou grandes zones problématiques ont été découvertes (cf chapitre 3.4, chiffre 6). Le paragraphe suivant montre selon quel principe le nombre de mesures peut être réduit pour les complexes résidentiels (cf. norme SIA 180.206 :2022 [1] NB.2.2).

Pour les grands lotissements et les quartiers de plusieurs immeubles d'habitation, la réduction du nombre de mesures s'applique pour autant que les travaux soient finis en même temps, respectivement dans un délai court (max. 1 année).

c) Critère de détermination du nombre de zones mesures pour les bâtiments résidentiels.

- **Tous** les types d'habitation **jusqu'au nombre maximal défini** doivent être pris en compte (Type d'habitations : nombre de pièces et/ou plans très différents).
- Différentes expositions de logements doivent être prises en considération (divers étages et orientations).
- Il convient de privilégier les logements avec :
 - de grandes surfaces de façades
 - une proportion importante de surfaces situées contre d'autres zones d'utilisation (hormis en présence de sols et de plafonds en béton).
- Il faut prendre en compte des zones avec différentes constructions et surfaces de séparation (murs, fenêtres, plafonds, etc.) **et les détails critiques**.
- Les logements avec une « situation critique » ont une priorité plus importante en termes de mesure (combles, rez-de-chaussée, jouxtant un ascenseur, etc.).
- Si un complexe résidentiel est composé de plusieurs bâtiments, les mesures doivent être réparties entre ces derniers. Il est conseillé de prendre en compte le déroulement de la construction (effectuer plusieurs mesures dans le premier objet prêt à être mesuré → évaluer et partager les expériences).

Note pour les hôtels, les résidences pour personnes âgées, les foyers et les hôpitaux :

- **On considère qu'il s'agit d'une seule zone de mesure (comme pour un appartement) lorsqu'il y a une chambre, une salle d'eau et une cuisine.**

- Les zones / pièces définies comme des zones d'étanchéité à l'air distinctes dans le concept d'étanchéité à l'air doivent être mesurées séparément. Il faut également tenir compte des exigences en matière d'isolation acoustique, d'insonorisation et de protection contre l'incendie.
- Le nombre de mesures doit être défini conformément au chapitre 5.1, Tableau 7.

5.3 Détermination des zones de mesure pour les bâtiments du tertiaire

Le concept d'étanchéité à l'air détermine quelles zones doivent être étanches les unes par rapport aux autres dans les bâtiments hors habitat (catégories de bâtiment III à XII de la norme SIA 380/1, Annexe A [11]).

a) Critères relatifs au choix des zones de mesure

- Les bâtiments avec une seule unité d'utilisation et une seule affectation doivent en principe être mesurés dans leur intégralité comme une seule zone (en cas de restrictions techniques, voir chapitre 6.2, lettre c).
- Si un bâtiment (bâtiment du tertiaire) comporte plusieurs unités d'utilisation distinctes, le nombre de mesures doit être défini conformément au chapitre 5.1, tableau 7.
- Si une unité d'utilisation comprend plusieurs affectations (voir Illustration 13: unité d'utilisation NE 3) ; par exemple, restaurant, administration, production, etc.), ces affectations doivent être mesurées séparément. Si le propriétaire de l'unité d'utilisation accepte (confirmation écrite requise) que des émissions puissent provenir des différentes affectations au sein de l'unité d'utilisation, il est possible de renoncer à la mesure des affectations individuelles en accord avec l'office de certification.
- Zones équipées de portes enroulables, de portes sectionnelles, de portes coulissantes, de portes pliantes, etc. avec des exigences de valeurs limites adaptées, voir chapitre 4.4, lettre c
- Zones comportant des éléments de construction critiques inévitables (voir chapitre 4.4 et NA.5.3 de la norme SN EN ISO 9972 [2]).
- Dans le cas de grands bâtiments du tertiaire (bâtiments administratifs, hôpitaux, écoles, piscines couvertes, centres commerciaux, etc.), il n'est souvent pas possible, en raison des processus de construction, d'effectuer une mesure de l'étanchéité à l'air sur l'ensemble des unités d'utilisation. Pour ces bâtiments, seules certaines parties du bâtiment peuvent être mesurées, en accord avec l'office de certification.

Critères possibles pour la sélection des zones de mesure dans les grands bâtiments du tertiaire :

- Partie du bâtiment / aile du bâtiment
- Surface de plancher entière (encore sans aménagements intérieurs)
- Compartiments coupe-feu (doivent être réalisés avec une étanchéité à l'air uniquement sur la base d'un accord préalable d'utilisation)
- Les zones comportant des sources de pollution de l'air doivent être séparées de manière étanche à l'air des zones adjacentes occupées par des personnes. Voir chapitre 8.2, remarque 6 relative au Tableau 12
- Lors du choix des éléments de façade, il convient de tenir compte des points suivants :
 - Sélection de différentes constructions de façade avec un maximum de surface exposée au climat extérieur
 - Situations d'angle et jonctions d'éléments
 - Pour les très grands bâtiments, envisager la mise en place d'une enceinte provisoire au niveau des zones de façade.
- Si possible : mesures d'essai sur maquette / modèles (à titre informatif, ne sont pas considérées comme des résultats de mesure reconnus)

b) Possibilités étendues d'assurance qualité

Lors du choix des mesures ou de l'élaboration du concept de mesure, il convient d'envisager la possibilité de mesures supplémentaires (cf. chapitre 6.9) visant à améliorer la qualité de l'enveloppe du bâtiment. **Celles-ci ne sont autorisées qu'à titre de mesures complémentaires et non en remplacement des mesures de perméabilité à l'air.**

Pour les bâtiments non résidentiels, les mesures suivantes ont fait leurs preuves :

- Localisation détaillée des fuites et documentation (si possible avec enregistrement qualitatif et quantitatif).
- Images thermographiques (extérieur / intérieur ; à noter : état de fonctionnement ; chauffé ou non chauffé ; différences de température entre l'intérieur et l'extérieur).
- Mesures de pression (différence de pression naturelle à différentes hauteurs en état de fonctionnement) ; selon la saison et le mode de fonctionnement de la ventilation, cela permet de déterminer l'ampleur de l'effet de cheminée et, par conséquent, la contrainte de pression exercée sur la construction de la façade.
- Optimisation du processus de construction afin de mieux intégrer les mesures d'assurance qualité dans le processus de construction.
- Éval. du risque de dommages au bât. résultant des défauts et recommandations pour leur correction.

5.4 Détermination des zones de mesure pour les extensions et les changements d'affectation

a) Extensions

Si des extensions ainsi qu'un bâtiment rénové sont totalement séparés et reliés tout au plus par une ouverture / porte, une mesure de l'étanchéité à l'air doit être réalisée pour les deux parties.

Sous réserve d'un plafond de séparation (voir l'illustration 16) ou d'un mur de séparation (voir l'illustration 17) étanches à l'air entre la partie existante et l'extension, les éléments suivants s'appliquent :

Extension (= nouveaux bâtiments) \Rightarrow valeur à neuf $q_{a50} \leq 0.8$ ou $\leq 1,2 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$.

Partie existante (= rénovation) \Rightarrow valeur de rénovation $q_{a50} \leq 1.6 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$.

Pour les deux parties du bâtiment, la surface du mur de séparation est ajoutée à l'aire de l'enveloppe A_E .

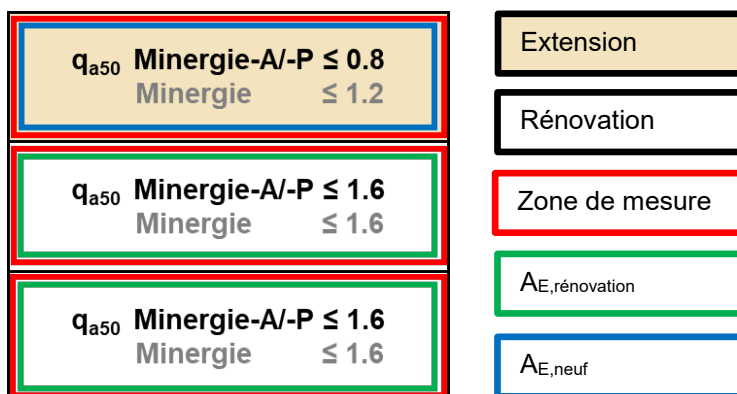


Illustration 16 : Mesures séparées de la rénovation et de l'extension en tant qu'ébauche du système. P.ex. surélévation indépendante

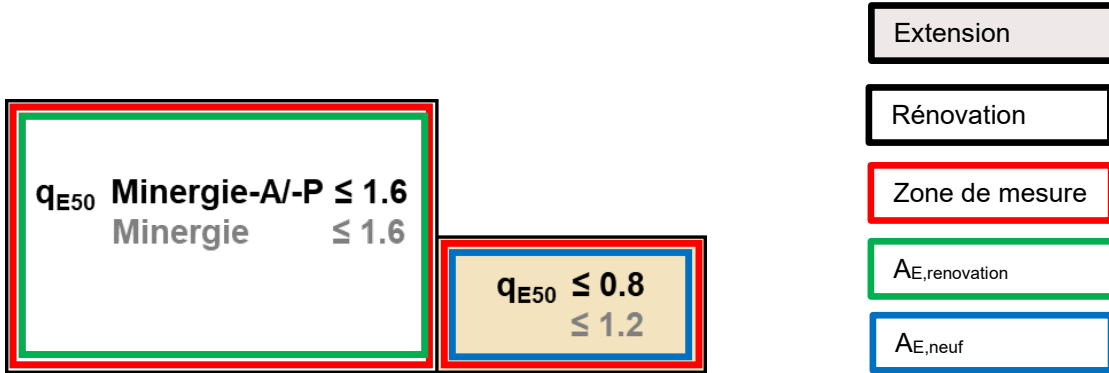


Illustration 17 : Mesures séparées de la rénovation et de l'extension en tant qu'ébauche du système. P.ex. annexe indépendante

Si une extension et le bâtiment rénové sont reliés de manière ouverte (faux plafond avec escalier ouvert menant à l'extension : voir l'illustration 18 ; sans paroi intermédiaire : voir l'illustration 19), ou s'il faut s'attendre à de graves fuites dans la paroi intermédiaire, une mesure de l'étanchéité à l'air peut être réalisée pour l'ensemble de l'unité d'utilisation.

L'exigence relative aux valeurs limites découle des valeurs limites isolées spécifiques à l'objet (osGW) selon la formule suivante :

$$osGW \ q_{E50} = \frac{(A_{E, \text{rénovation}} \times 1.6) + (A_{E, \text{neuf}} \times 0.8 \text{ ou } 1.2)}{\text{Somme } A_{E(\text{rénovation} + \text{neuf})}} \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$$

Lors de la détermination de A_{inf} , la surface de liaison commune ne compte pas, car l'unité d'utilisation est considérée comme une seule zone de mesure.

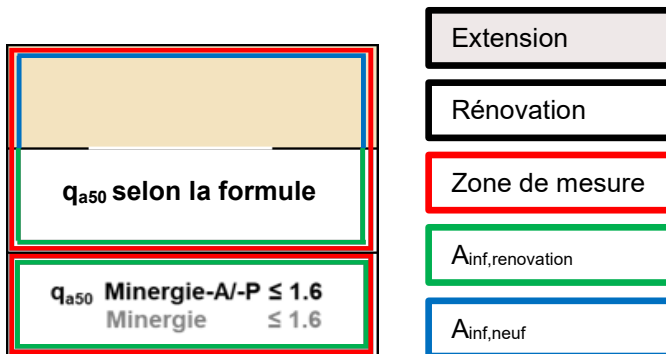


Illustration 18 : « Mélange de mesures » de la rénovation et de l'extension en tant qu'ébauche du système. P.ex. surélévation ouverte directement liée à la partie existante (cage d'escalier ouverte)

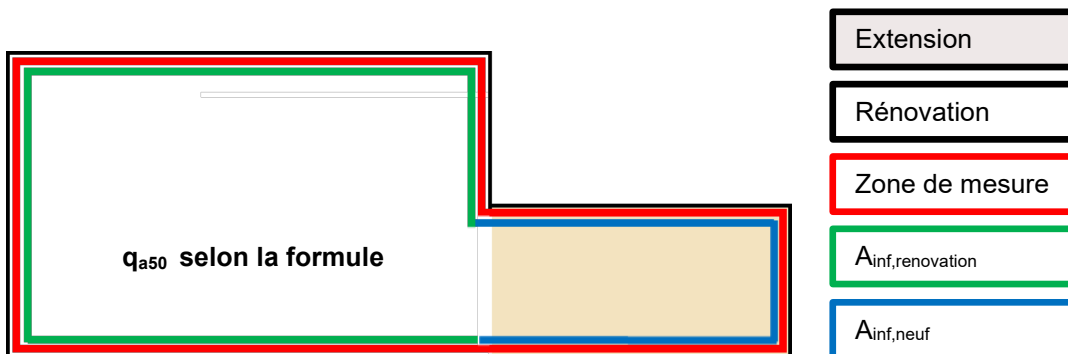


Illustration 19 : « Mélange de mesures » de la rénovation et de l'extension en tant qu'ébauche du système. P.ex. annexe ouverte (p.ex. maison individuelle avec extension de pièce)

b) Changement d'affectation

Les exigences énergétiques liées aux réaffectations avec variations de la température des locaux sont définies dans l'Aide à l'application EN-106 relative au Modèle de prescriptions énergétiques des cantons, édition 2014. Par analogie avec cette Aide à l'application, les exigences relatives à la valeur limite à respecter pour l'étanchéité à l'air sont définies ici.

1) Avec variation de la température des locaux

Si des bâtiments ou des parties de bâtiments sont réaffectés et que cela est lié à une augmentation ou une diminution de la température des locaux (p.ex. locaux frigorifiques / chambres froides), les valeurs q_{E50} doivent être respectées :

- $\leq 1.6 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ pour une variation de la température des locaux ≤ 5 kelvin (comme les rénovations).
Exemple : un entrepôt est réaffecté en habitation (loft).
- $\leq 0.8 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ (Minergie-A / Minergie-P) respectivement $\leq 1.2 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ (Minergie) pour une variation de la température des locaux > 5 kelvin (comme les nouveaux bâtiments). Exemple : une étable non chauffée est réaffectée en habitation.

2) Sans variation de la température des locaux

Lorsque la réaffectation s'effectue sans une variation de la température des locaux (p.ex. administration dans des logements), la valeur q_{E50} suivante doit être respectée :

- $\leq 1.6 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ (pour les rénovations)

3) Cas spéciaux

Les cas spéciaux doivent toujours faire l'objet d'une discussion préalable avec l'office de certification et la valeur q_{E50} déterminante doit être définie.

Les températures définies des locaux selon la norme SIA 380/1 [11] sont déterminantes pour l'évaluation.

6 Mesure de l'étanchéité à l'air

Des informations sur le moment de la mesure figurent aussi bien dans la norme SN EN ISO 9972 [2] que dans la norme SIA 180 [1] :

Norme SIA 180 [1], chapitre 3.6.4.2: « *La mesure de la perméabilité à l'air des nouveaux bâtiments est, dans la règle, à prévoir à la fin de la phase de construction, lorsque tous les travaux essentiels qui contribuent à l'étanchéité ont été effectués. Elle peut être aussi effectuée après l'achèvement de la construction ou pendant l'exploitation.* »

La méthode 3 selon la norme SN EN ISO 9972 [2] s'applique en principe aux mesures Minergie, tel que cela est également défini dans la norme SIA 180 [1]. Cela correspond à la 2^e édition de la norme SN EN ISO 9972; 2022-12 [2]. Le chapitre 5.2.1 de la norme SN EN ISO 9972 [2] présente d'autres méthodes de mesure possibles.

L'objectif de la méthode 3 est de saisir, au moyen d'une technique de mesure, les fuites attribuées à la zone de mesure. Dans la situation idéale (hors d'atteinte), le résultat de la mesure devrait être $q_{E50} = 0 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$. Le chapitre 4.4 « Gestion des éléments de construction critiques » présente les exceptions à cette règle.

L'onglet « Étanchements » du formulaire justificatif pour les mesures de l'étanchéité à l'air et les Tableau 8, Tableau 9 et Tableau 10 du chapitre 6.3 présentent une liste de contrôle détaillée décrivant comment procéder dans ce cas avec toutes les ouvertures possibles dans l'aire de l'enveloppe [7].

La définition de la valeur de référence déterminante de l'aire de l'enveloppe s'énonce comme suit (extrait de la norme SIA 180.206;2022; NA.3.3) :

« *L'aire de l'enveloppe, A_{inf} , du bâtiment ou de la partie mesurée du bâtiment correspond à la surface totale des planchers, murs et plafonds qui bordent le volume intérieur. Ceci inclut les murs et les planchers en dessous du niveau du sol extérieur.* » Les dimensions intérieures sont définies conformément aux normes SIA 180 [1] et 380 [17]. Comparez l'illustration 20 et l'illustration 21.

La surface de l'enveloppe d'une unité d'utilisation définie au préalable (appartement, bureau, compartiment coupe-feu, etc.) comprend également les sols, murs et plafonds contre les unités d'utilisation adjacentes. Dans le cas de maisons jumelées ou mitoyennes, les murs/parois de séparation du bâtiment font également partie de leur surface d'enveloppe. Un calcul compréhensible de la surface de l'enveloppe doit être joint au rapport. D'autres informations détaillées figurent dans la norme.

Précision relative aux dimensions intérieures :

Sont considérées comme surfaces à prendre en considération les dimensions projetées sur l'arrête intérieure de la maçonnerie ou sur la face inférieure du plafond / toit. Les surfaces intérieures d'embrasures de fenêtre, de la face inférieure du linteau, de la face supérieure de l'allège ne doivent pas être prises en compte. De même, les décrochements d'éléments de construction visibles (p. ex. chevrons) ne doivent pas être pris en compte.

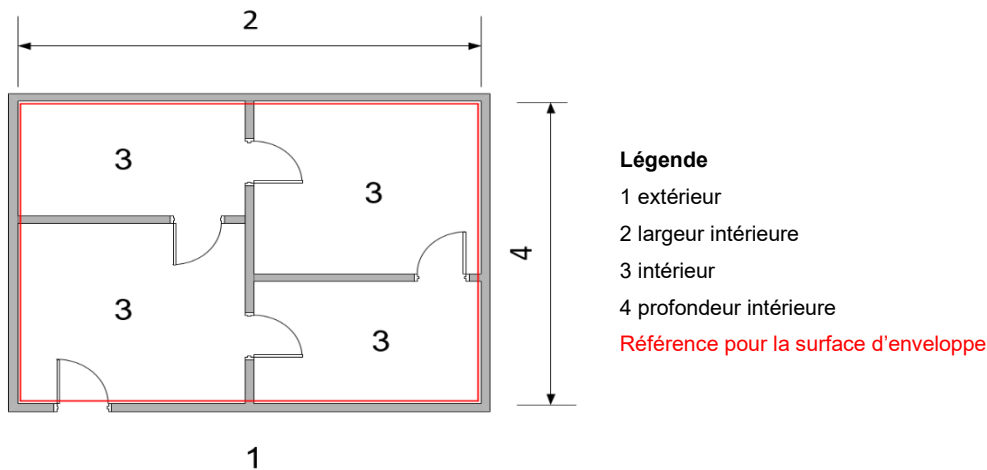


Illustration 20 : Plan avec représentation des dimensions intérieures globales (source : SN EN ISO 9972 ; 2015 [2])

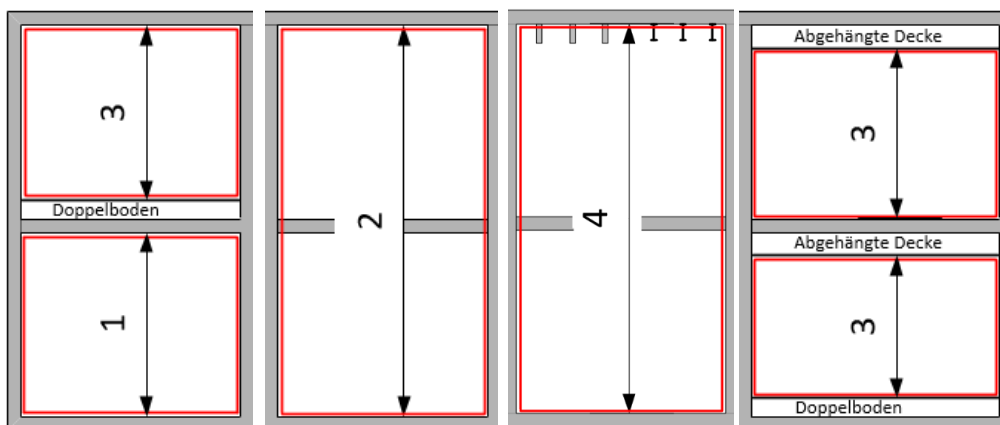


Illustration 21 : Coupe avec représentation de la hauteur libre de la pièce

Il est conseillé, à des fins de comparaison (p.ex. rapport A_{inf}/V_i), de déterminer également le volume intérieur et d'identifier éventuellement la valeur n_{50} . Le calcul du volume intérieur est défini dans la norme SN EN ISO 9972 [2], chapitre 6.1.1.

6.1 Conditions relatives à la mesure

Pour pouvoir mener à bien une mesure, les conditions suivantes doivent être respectées :

- Les appareils de mesure doivent correspondre aux exigences de la norme SN EN ISO 9972 [2] (mesure de la pression ± 1 Pa dans la zone allant de 0 à 100 Pa; thermomètre ± 0.5 K).
- Le concept de mesures d'étanchéité à l'air doit être approuvé par l'office de certification.
- Les calculs des valeurs de référence sont réalisés
- Les conditions météorologiques doivent être remplies (incertitude de mesure de max. $\pm 15\%$, pression différentielle naturelle ≤ 5 Pa; voir remarques ci-dessous)
- La discussion avec la direction de chantier a eu lieu
- L'objet ou la zone de mesure est prêt(e) sur le plan technique

Remarques :

- Si la différence de pression naturelle est inexplicablement élevée lorsque le ventilateur est fermé, en particulier lorsque les températures extérieures sont basses, l'effet de cheminée permet de conclure à l'existence de points ouverts / de fuites importantes dans la partie supérieure de la zone à examiner.
- Si le produit de la différence entre la température de l'air intérieur et la température de l'air neuf, exprimée en Kelvin, multiplié par la hauteur, exprimée en mètres, du bâtiment ou de la partie du bâtiment mesurée donne un résultat supérieur à 250 mK, il est peu probable que l'on obtienne une différence de pression naturelle satisfaisante.
- Si la vitesse du vent au niveau du sol dépasse 3 m/s ou la vitesse du vent météorologique 6 m/s, ou si la force du vent sur l'échelle de Beaufort atteint 3, il est peu probable que l'on obtienne une différence de pression naturelle satisfaisante.

6.2 Préparation du bâtiment

a) Zones de mesures

Les zones à mesurer doivent être définies suffisamment tôt dans le concept de mesures (cf. chapitre 5). Le concept d'étanchéité à l'air sert de référence pour fixer les zones de mesure (à ce propos, voir les chapitres 4 et 8.2).

b) État des zones adjacentes

Pour les maisons individuelles, il n'existe la plupart du temps qu'une zone de mesure. S'agissant des immeubles collectifs et des bâtiments hors habitat, des zones adjacentes sont presque toujours présentes. Dans les immeubles collectifs notamment, les logements avoisinants forment une zone adjacente qui doit être isolée de manière étanche à l'air (voir le chapitre 8.2). Afin que les parois de séparation avec ces zones adjacentes puissent être contrôlées de manière similaire aux murs extérieurs (avec la même différence de pression), les fenêtres, les volets d'aération, etc. doivent être ouverts si possible dans toutes les zones adjacentes en dehors de la zone de mesure, pour qu'elles soient le plus possible à pression atmosphérique. Cette mesure s'applique également, dans la mesure du possible, aux « espaces tampons » tels que les caves non chauffées, les jardins d'hiver, les garages, etc.

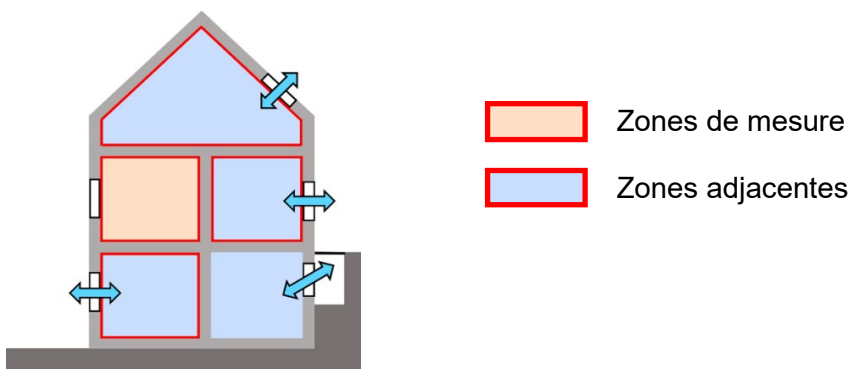


Illustration 22 : Mesure d'une unité d'utilisation (logement) dans un bâtiment (maison collective). Les fenêtres des logements adjacents, de la cage d'escalier et des locaux annexes non chauffés doivent être ouvertes.

Dans les constructions en bois, l'expérience montre que les fenêtres / portes ouvertes situées dans la zone adjacente peuvent exercer une influence considérable sur le débit de fuite d'air. Dans les logements séparés par des plafonds / sols en béton continu, un effet se fait rarement ressentir (exception : lors de débits de fuite d'air à travers des gaines verticales).

Étant donné qu'il n'est pas toujours possible que l'ensemble des zones adjacentes atteignent l'état souhaité (p.ex. absence des habitants), les conditions de renouvellement d'air de l'état effectif des zones adjacentes pendant la mesure doivent, dans tous les cas, être mentionnées dans le rapport / le rapport de contrôle.

c) Grands bâtiments / zones de mesure critiques

Pour que le bâtiment ou la partie de bâtiment à tester se comporte comme une zone, la disposition du ou des systèmes de ventilation et l'ouverture des portes intérieures doivent être organisées de manière à obtenir une pression uniforme à l'intérieur. Conformément à la norme **SN EN ISO 9972 NA 5.4.1 [2]**, les différences de pression à l'intérieur ne doivent pas devraient si possible dépasser 10 % de la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur. Si cette condition ne peut être respectée, il convient de vérifier si le bâtiment / la partie du bâtiment peut être divisé-e en plusieurs zones de mesure plus petites.

Le risque que cette condition ne soit pas remplie est particulièrement élevé dans les bâtiments de grande taille et/ou complexes. Elle peut être vérifiée en mesurant les différences de pression entre les différentes pièces lors de l'essai préalable. Toutes les ouvertures de communication dans le bâtiment ou la partie de bâtiment à tester doivent être ouvertes.

Vérification de la différence de pression **entre l'intérieur et l'extérieur** (voir l'illustration 23) dans les zones critiques (pièces / parties du bâtiment les plus éloignées) :

- Créer une différence de pression de 50 Pa dans le bâtiment
- Mesurer successivement la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur dans les zones critiques. Un deuxième appareil de mesure de pression peut s'avérer nécessaire.
- Si d'autres différences de pression dans le bâtiment sont choisies, l'écart ne doit pas dépasser $\pm 10\%$ de la différence de pression choisie à l'emplacement de l'appareil de mesure.

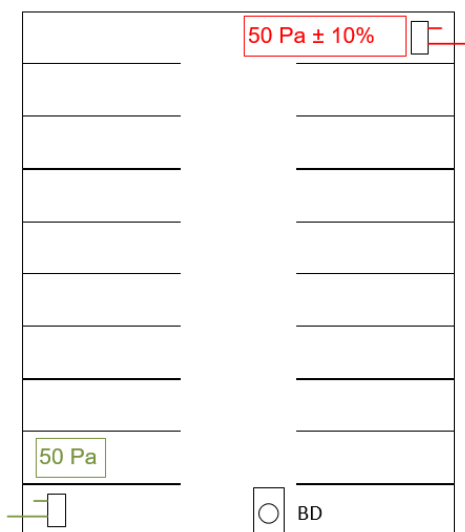


Illustration 23 : Graphique illustrant la vérification de la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur dans les zones critiques ; exemple d'une différence de pression de 50 Pa au niveau du lieu d'installation du dispositif de mesure

Autre possibilité : vérification de la répartition de la pression **à l'intérieur du bâtiment** (voir Illustration 24) :

- Créer une différence de pression de 50 Pa dans le bâtiment
- Comparer la pression à proximité de l'unité de mesure avec celle des zones critiques à l'aide d'un tuyau raccordé à la pression intérieure (canal A)
- La différence de pression entre le niveau où se trouve l'appareil de mesure et la zone critique ne doit pas dépasser 5 Pa pour une différence de pression dans le bâtiment de 50 Pa.
- Si d'autres différences de pression dans le bâtiment sont choisies, l'écart ne doit pas dépasser $\pm 10\%$ de la différence de pression choisie à l'emplacement de l'appareil de mesure.

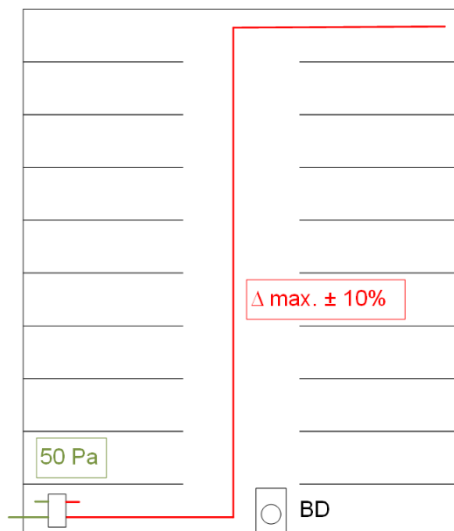


Illustration 24 : Graphique illustrant la vérification de la différence de pression à l'intérieur du bâtiment ; exemple : différence de pression de 50 Pa au point d'installation de l'appareil de mesure

6.3 Étanchements provisoires

a) Étanchements provisoires autorisés

Lors de la mesure utilisant la méthode 3, les ouvertures volontaires situées dans le périmètre d'étanchéité à l'air peuvent être provisoirement fermées. Ce qui est autorisé est indiqué dans les Tableau 8, Tableau 9 et Tableau 10 selon l'annexe nationale SN EN ISO 9972 [2]. Les ouvertures qui doivent être fermées selon le tableau ci-dessous, mais qui ne présentent pas de dispositif de fermeture, restent inchangées (p. ex. déversoir à linge).

Élément de construction, ouverture, installation, etc.	Méthode 3
Portes extérieures, fenêtres / portes-fenêtres / fenêtres de toit / portes coulissantes à levage, impostes	fermer
Entrées destinées au public pouvant être classées selon la norme (portes coulissantes, portes enroulables, portes pliantes, portes sectionnelles, etc.)	fermer ¹⁾
Entrées destinées au public qui ne peuvent pas être classées selon la norme, par exemple les portes à tambour (portes tournantes extérieures)	Étanchéfier l'élément de construction critique inévitable et documenter ²⁾
Système à pression différentielle (SPD)	Étanchéfier l'élément de construction critique inévitable et documenter ²⁾
Porte des locaux annexes chauffés	ouvrir
Portes d'ascenseur et portes de fermeture de la gaine d'ascenseur avec une porte de fermeture en amont ¹⁾	fermer
Portes d'ascenseur et portes de fermeture de gaine d'ascenseur dans les bâtiments du tertiaire	Étanchéfier l'élément de construction critique inévitable et documenter ²⁾
Trappes, lucarnes, portes des zones situées à l'intérieur du périmètre d'étanchéité	ouvrir
Trappes, lucarnes, portes des zones situées à l'extérieur du périmètre d'étanchéité	fermer
Trous de serrure	Rien
Chatière	fermer
Plafond suspendu et ses installations	rien
Ouvertures dans les zones adjacentes contre extérieur (portes et fenêtres)	ouvrir si possible (voir NA.5.1.2 b)

¹⁾ La porte de fermeture en amont d'un ascenseur fait partie du périmètre d'étanchéité à l'air et doit être étanche à l'air. La porte d'ascenseur ainsi que la porte de fermeture de la cage d'ascenseur ne doivent pas être provisoirement étanchées lors de la mesure.

¹⁾ Portes enroulables, sectionnelles, pliantes, etc., classées selon la norme SN EN 12426 [15] ainsi que les portes coulissantes automatiques classées selon la norme SN EN 12207 [16] : les exigences du chapitre 4.4, lettre c) s'appliquent.

²⁾ Éléments de construction critiques inévitables, voir chapitre 4.4, lettre d). Remarque : effectuer une mesure en un point pour quantifier le débit de fuite de l'élément de construction concerné. Sert de comparaison des spécifications avec la base normative ou spécifique à l'objet (classification de l'élément de construction).

Remarque :

Fermer \triangleq à \triangleq fermé

Amener une ouverture, équipée d'un dispositif de fermeture, en position fermée, sans renforcer davantage l'étanchéité à l'air de l'ouverture. En l'absence de dispositif de fermeture, l'ouverture reste inchangée.

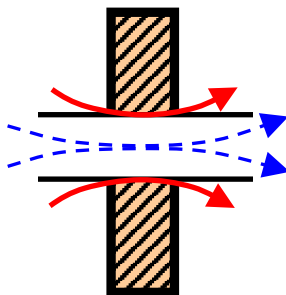
Ouvrir \triangleq sur \triangleq ouvert

Étanchéfier \triangleq Coller \triangleq fermer temporairement l'ouverture avec un moyen approprié (ruban, bulle de film plastique, bouchon, etc.)

Tableau 8 : Préparation de l'enveloppe du bâtiment (Tableau NA.2)

Élément de construction, ouverture, installation, etc.	Méthode 3
Courroies et manivelles de stores *)	rien
Déversoir à linge donnant sur une autre zone de mesure	fermer
Soupapes de purge des canalisations dans les zones chauffées	étancher et documenter
Tuyaux vides vers des zones non chauffées	étancher et documenter
Installation d'aspiration centralisée	étancher et documenter
Ventilation de la cage d'ascenseur, évacuation des fumées et de la chaleur (EFC)	fermer
Hotte de ventilation cuisine / système de circulation	rien
Hotte de ventilation cuisine / système d'évacuation	étancher et documenter
Sèche-linge dans une zone chauffée avec évacuation à l'extérieur	fermer le sèche-linge et étancher la conduite d'air, p. ex. depuis l'extérieur
Poêle / cheminée, etc.	fermer et étancher
Entrée d'air pour le poêle	fermer et étancher
Cheminée du poêle	fermer et étancher
Couvercle de gaine dans des zones chauffées	étancher
Boîtier électrique, fusibles, prises, luminaires encastrés	rien
Couvercle de gaine avec pompe	fermer
Joints dans le plancher d'abaissement pour les quais de chargement dans les entrepôts	étancher et documenter
Distrib. chauffage	rien
Réservoir WC	rien
Autres raccordements et raccords sanitaires	rien

En général, aux traversées de conduites



rouge : rien
(= enveloppe)

bleu : fermer ou étancher

Remarque : voir tableau 8

Tableau 9 : Préparation des ouvertures non prévues pour la ventilation (Tableau NA.3 complété)

Élément de construction, ouverture, installation, etc.	Méthode 3
Éléments de ventilation passive réglables manuellement	fermer
Volets d'aération des lucarnes	fermer
Aérateur ou appareil de ventilation pour un local	si possible : étancher dans l'appareil et documenter
Air fourni pour l'aération des locaux	fermer ou étancher et documenter
Air repris pour l'aération des locaux	fermer ou étancher et documenter
Hotte de ventilation cuisine / système de circulation	rien
Hotte de ventilation cuisine / système d'évacuation	étancher et documenter
Ventilateur d'évacuation (bain / douche / WC)	étancher et documenter
Remarque : voir tableau 8	

Tableau 10 : Préparation des éléments de la ventilation (tableau NA.4 complété)

Remarque : En retirant les étanchéités provisoires autorisées, par exemple pour les éléments critiques, la cheminée, etc., la différence entre les deux méthodes (1, respectivement 2) peut être estimée très rapidement au moyen d'une mesure en un point (à ΔP 50 Pa). Cela permet de quantifier les fuites qui ne peuvent pas être attribués à l'enveloppe du bâtiment.

b) Piscines couvertes

S'il existe une connexion directe (en eau) entre les bassins intérieurs et extérieurs, ce passage doit être provisoirement étanché afin de pouvoir tester la perméabilité à l'air de l'enveloppe du volume des bassins. Les éléments critiques (voir chapitre 4.4) et les installations de ventilation (voir chapitre 6.3 let. d) peuvent être provisoirement étanchés.

c) Patinoires

Les éléments critiques (voir chapitre 4.4) et les installations de ventilation (voir chapitre 6.3 let d) peuvent être provisoirement étanchés.

d) Étanchéité provisoire des installations de ventilation

Lors des mesures effectuées selon la méthode 3, les conduits et tuyaux d'évacuation vers l'extérieur des installations de ventilation ainsi que les ouvertures d'aération doivent être étanchéifiés afin d'éviter qu'un débit d'air important ne circule à travers ces installations techniques.

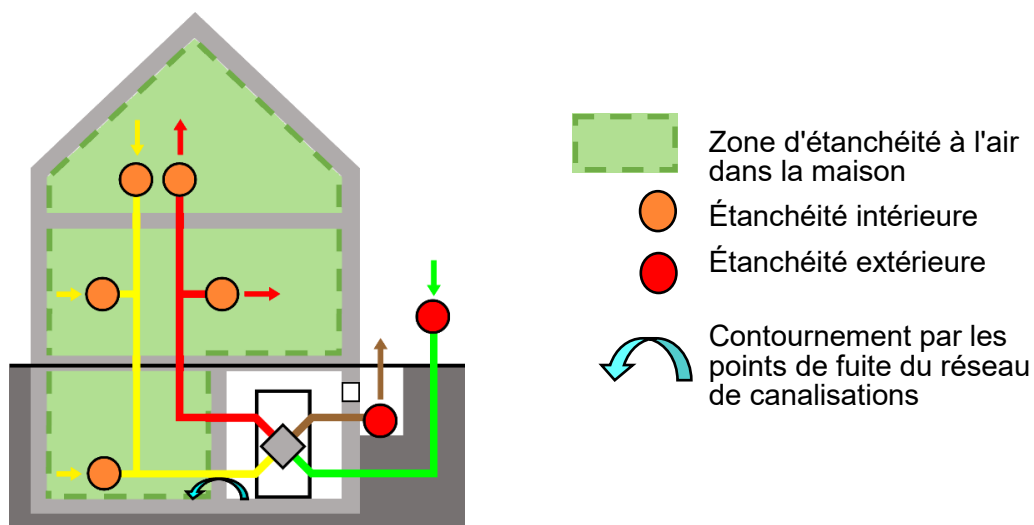


Illustration 25 : Solutions provisoires possibles pour l'étanchéité des installations de ventilation

Fuites dans les installations de ventilation

Les mesures effectuées dans les bâtiments équipés d'installations de ventilation sont particulièrement délicates. Ces installations doivent être étanchéifiées, ce qui peut généralement se faire de différentes manières. Ainsi, les étanchéifications peuvent être réalisées à l'intérieur, à l'extérieur, au niveau de l'unité de ventilation elle-même ou à plusieurs endroits (cf. Illustration 25 et Illustration 26).

Toutefois, selon l'étanchéité du système de conduits, des dérivations d'air peuvent se produire et la mesure de la perméabilité à l'air détecte, malgré les étanchéités, un débit de fuite plus ou moins important à travers les conduits et l'unité d'installation de ventilation. Ce débit de fuite n'a rien à voir avec l'enveloppe du bâtiment et devrait être évité autant que possible à l'aide d'étanchéités provisoires, conformément à la méthode 3.

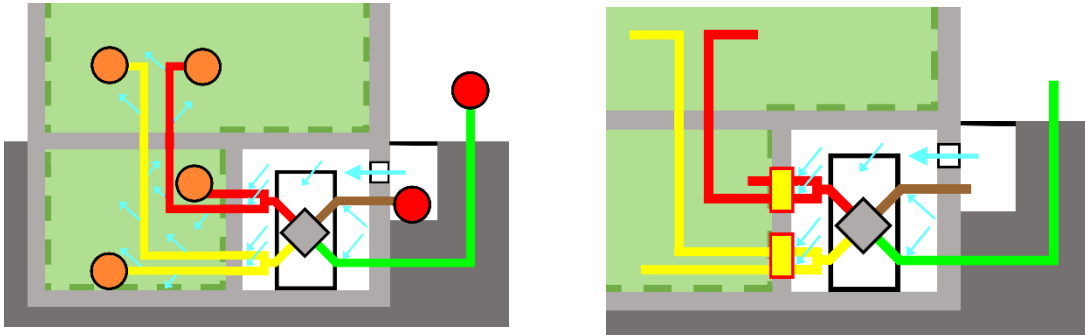


Illustration 26 : À gauche : les fuites d'air (situation lors de la localisation d'une fuite sous dépression) proviennent de tous les raccords de tuyauterie qui ne sont pas hermétiquement scellés. À droite : seul un cloisonnement total au niveau de la barrière d'étanchéité à l'air (de préférence pendant la phase de construction) permet d'éviter les fuites d'air.

Étanchéité des systèmes de conduits traversant plusieurs zones

Les conduits de ventilation traversant plusieurs zones peuvent provoquer des courts-circuits d'air entre les zones. Afin d'éviter ces courts-circuits, des mesures d'étanchéité supplémentaires doivent être mises en place.

Si la cloison séparant les zones constitue un compartiment coupe-feu, des clapets coupe-feu étanches à l'air doivent également être installés dans le système de conduits. Ces clapets peuvent ainsi être fermés (en accord entre le maître d'ouvrage et le concepteur de la ventilation) avant la réalisation des mesures.

En l'absence de clapets coupe-feu, les différents points d'entrée et de reprise de l'air concernés doivent être étanchéifiés (ballons, films adhésifs, etc.). Là encore, il convient de veiller à l'étanchéité du système de conduits afin d'éviter les fuites d'air.

6.4 Méthodes de mesures

a) Localisation des fuites

La localisation des fuites est absolument indispensable, car c'est le seul moyen de détecter les défauts (afin d'éviter les problèmes et les dommages conformément à la norme SIA 180 [1], voir chapitre 8.2). **Les fuites détectées doivent être documentées de manière traçable.**

Dans la pratique, le contrôle préliminaire = « localisation des fuites » a toujours fait ses preuves dans les conditions suivantes :

- pression de référence env. 50 Pa
- dépression

Toute condition ou méthode s'écartant de celles-ci doit être documentée.

D'autres niveaux de pression – le cas échéant supérieurs – peuvent également être utiles en fonction de la situation. À cet égard, la personne en charge du contrôle doit tenir compte du fait que des niveaux de pression élevés peuvent développer en quelque sorte un potentiel de destruction (p.ex. arrachement de pare-vapeurs pas encore complets, ni sécurisés mécaniquement). L'expérience montre que la personne en charge du contrôle ne peut développer un « degré d'évaluation » sûr pour la pertinence des fuites détectées qu'avec des différences de pression toujours similaires.

Moyens utilisés dans la détection et la visualisation des fuites (voir également la norme SN EN ISO 9972 [2], Annexe E):

- à la main (éventuellement avec doigt humide ou avec le dos de la main)
- avec des détecteurs de courants d'air
- avec des générateurs de fumée (les appareils fumigènes ne sont souvent pas appropriés pour la détection de petites fuites)
- avec un anémomètre (mesure de la vitesse de l'air en surface ou à une distance déterminée)
- avec des brins de laine
- par thermographie infrarouge (évtl. avec des images différentielles)
- brume factice comme test de fumée et pour détecter des fuites inaccessibles
- spray de détection de fuites pour les fuites particulièrement petites

b) La mesure anticipée

Il est possible de mesurer l'étanchéité à l'air avant la fin de la construction. Pour effectuer une telle « mesure anticipée » (voir la norme SN EN ISO 9972 [2], chapitre 5.1.3), il est nécessaire d'avoir réalisé tous les travaux d'étanchement de l'enveloppe du bâtiment ou de fermeture de la zone de mesure. Lorsque le résultat satisfait à l'exigence imposée en termes de valeurs limites, le respect de l'exigence selon Minergie est alors reconnu et il n'est pas nécessaire de procéder à une autre mesure de réception à l'achèvement de l'ouvrage. Dans le rapport de mesure, l'état de la construction au moment de la mesure anticipée doit être indiqué et toutes les étanchéités provisoires doivent être décrites de manière détaillée (voir également le chapitre 6.3, Tableau 8, Tableau 9 et Tableau 10 ou « Étanchements » dans le formulaire justificatif relatif à l'étanchéité à l'air) [7].

Lors d'une mesure anticipée, il peut arriver qu'un élément de construction ne soit pas encore opérationnel ou présent (porte d'entrée, porte donnant sur une pièce adjacente non chauffée, sauf directement dans la cage d'ascenseur ou le garage, fenêtre défectueuse en raison des travaux de construction, etc.). Dans de tels cas, un étanchement provisoire peut exceptionnellement être mis en œuvre, ce qu'il convient de documenter de manière précise (photo). Le principe de la condition (cf. chapitre 3.4, let. f)) s'applique en outre à de tels cas : une installation ultérieure correcte doit être attestée par la personne en charge du contrôle. La porte d'entrée (condition : la porte dispose d'un joint d'étanchéité périphérique et a été réglée de manière professionnelle), qui est le plus souvent mise en place à la fin des travaux, fait partie des exceptions usuelles ne devant pas être contrôlées ultérieurement si le label Minergie est déjà décerné.

Une mesure anticipée (avec localisation des fuites) en cours de construction est opportune et souhaitée par les entreprises, car elle permet de colmater facilement les éventuelles fuites. Lors des travaux de finition du bâtiment, l'étanchéité à l'air est encore améliorée, avant tout avec l'intervention des menuisiers, des plâtriers, des peintres et des carreleurs. Toutefois, de nouvelles fuites peuvent apparaître à la suite de travaux d'installation ultérieurs (en particulier électriques) ou lors du montage de l'installation de ventilation.

L'achèvement de la construction crée ainsi le plus souvent une modification de la perméabilité à l'air, c'est pourquoi les résultats de mesure issus des mesures anticipées ne sont pas reproductibles.

Après la mesure, les travaux menés au niveau de l'étanchéité à l'air doivent être surveillés et documentés par la direction des travaux lors des réceptions partielles, avant que les parties concernées ne soient plus accessibles en raison de travaux intérieurs/de finitions.

c) Mesure de réception

Si aucune mesure préliminaire n'a été effectuée, il convient de procéder à une mesure de réception, si possible avant la mise en service (voir SIA 180 [1]). La procédure est identique à celle de la mesure préliminaire. Souvent, l'accès aux fuites (par exemple dans gaines techniques) n'est plus possible et la localisation des fuites ainsi que les réparations ne peuvent donc être effectuées qu'avec des restrictions.

6.5 Valeur limite non atteinte

Si la valeur limite n'est pas atteinte pour une unité d'utilisation dans un objet après deux tentatives de mesure (mesures effectuées après des rectifications à des jours différents), une unité d'utilisation supplémentaire doit être mesurée en plus du nombre prédéfini de mesures. Si plusieurs unités d'utilisation ne respectent pas la valeur limite après deux tentatives de mesure dans le même objet, le nombre de mesures est augmenté du nombre d'unités non conformes. Dans un lotissement comportant plusieurs bâtiments, le règlement s'applique par bâtiment.

Les personnes en charge d'effectuer la mesure, ou le requérant, sont tenues d'informer immédiatement l'office de certification par e-mail ou par téléphone si une/plusieurs unités d'utilisation ne respecte/respectent pas la valeur limite après deux tentatives de mesure. En même temps, une proposition pour la ou les unités d'utilisation supplémentaires à mesurer doit être soumise et approuvée par l'organisme de certification. L'organisme de certification peut s'écarter de la proposition et définir une ou plusieurs unités d'utilisation qui doivent être mesurées en plus.

Problèmes possibles pendant la mesure

S'il apparaît lors d'une mesure que la valeur limite n'est pas atteinte, il est recommandé d'appliquer la procédure suivante :

- 1) Contrôler si les étanchements provisoires se sont détachés. Certains types de ruban adhésif (ruban adhésif pour béton) peuvent se décoller sous la pression. Les masses adhésives doivent être séchées. Les rubans adhésifs utilisés pour l'étanchéité à l'air nécessitent un temps de prise avant d'atteindre leur résistance maximale !
- 2) Vérifier si d'autres/de meilleures méthodes d'étanchéité peuvent être utilisées pour l'installation de ventilation et pour les autres étanchements provisoires autorisés (voir le chapitre 6.3). En fait également partie le contrôle visant à vérifier si le blower-door, y compris le ventilateur, est installé de manière étanche de tous côtés.

3) Remarques importantes concernant les étanchéités provisoires pendant la mesure :

- En s'appuyant sur la méthode 3, il est clairement défini ce qui peut être étanché et ce qui ne peut pas l'être (voir chapitre 6.3, lettre a)
- Traitement des éléments de construction critiques inévitables (voir chapitre 4.4, let d).

6.6 Exigences relatives à la série de mesures

Les formulations suivantes relatives à la saisie de la série de mesures figurent dans la norme SN EN ISO 9972 [2], chapitre 5.3.4:

*« L'essai est réalisé en mesurant le débit d'air et la différence de pression intérieure/extérieure sur une plage de différences de pression appliquées par paliers ne dépassant pas 10 Pa environ. Pour chaque essai, au moins **cinq** points de relevés à peu près équidistants **entre la différence de pression minimale et maximale** doivent être définis.*

La différence de pression la plus faible doit être approximativement [...] de 10 Pa (c'est-à-dire avec un écart admissible de ± 3 Pa) ou cinq fois la valeur de la différence de pression à débit nul (Δp_{01}), en retenant la plus grande de ces deux valeurs.

La différence de pression la plus élevée doit être au moins de 50 Pa, mais il est recommandé de relever les valeurs mesurées à des différences de pression pouvant aller jusqu'à 100 Pa pour une meilleure exactitude des résultats calculés ». Remarque : la couche étanche à l'air doit résister sans dommage aux fortes différences de pression.

En cas de divergences par rapport à cette règle, les conditions marginales doivent être décrites. Si besoin, la plausibilité de la mesure et du résultat doit être prouvée à l'office de certification en cas de demandes. Si les niveaux de pression supérieurs (min. 50 Pa) ne sont pas atteints pour les grands bâtiments, les conditions suivantes s'appliquent :

- Si la différence de pression atteint < 25 Pa, la mesure n'est pas valable.
- Si la différence de pression se situe entre 25 Pa et 50 Pa, la mesure est valable. Il convient toutefois d'indiquer clairement cette information dans le rapport de contrôle et de la justifier.
- D'autres méthodes de mesure sont présentées dans la norme SN EN ISO 9972 [2], chapitre 5.3.4.

Si de grands bâtiments sont mesurés comme une seule zone, des exigences particulières doivent être respectées. Celles-ci sont décrites au chapitre 6.2 let. c.

En dérogation à la norme SN EN ISO 9972 [2]; chapitre 5, les conditions suivantes s'appliquent lors de la mesure de bâtiments Minergie :

- Il faut impérativement effectuer une série de mesures en dépression et une série de mesures en surpression
- **Au moins 5 points de mesure** doivent être enregistrés à des distances régulières. La marge de fluctuation entre le point de mesure le plus faible et le point de mesure le plus élevé devrait correspondre à **env. 40 - 70 pascal**, avec une valeur de référence (50 Pa) se situant clairement au sein de la série de mesure.
- Pour augmenter la précision des valeurs de mesure en cas de variation de pression dues au vent, des points de mesure supplémentaires sont utiles (voir chapitre 6.7, remarque relative au coefficient de détermination r^2).

6.7 Qualité des séries de mesure

La nouvelle norme SN EN ISO 9972 [2] permet de combler des lacunes par rapport à la qualité de l'analyse des données (chapitre 6.2).

Les indications suivantes sont fournies par rapport à l'exposant du débit n et au coefficient de détermination r^2 :

« Pour que les résultats de l'essai soient valides selon les termes de la présente Norme internationale, n doit se situer dans l'intervalle de 0,5 à 1, et r^2 ne doit pas être inférieur à 0,98. »

Remarque relative à l'exposant du débit n :

Pour les flux turbulents (grandes ouvertures), la valeur est proche de 0.5. Pour les flux laminaires (fuites longues et très étroites), elle est proche de 1. Les fuites sur le bâtiment représentent généralement une combinaison des deux flux et la valeur se situera entre les deux extrêmes. Si la valeur se situe en dehors de la plage admissible, il est possible que des fuites ou des étanchéités provisoires aient été modifiées dans l'enveloppe pendant l'enregistrement de la série de mesures.

Remarque relative au coefficient de détermination r^2 :

Le coefficient de détermination r^2 peut être influencé positivement en augmentant le nombre de points de mesure (8 à 10, au lieu de 5 seulement) et la durée de calcul de la moyenne par point de mesure visé (agrandissement du nuage de points). De même, une augmentation des valeurs mesurées (différence de pression > 60 Pa) peut avoir une influence positive.

6.8 Analyse des données

Pour réaliser une séquence de mesure en bonne et due forme, différentes valeurs caractéristiques doivent être calculées et déclarées. En règle générale, ces dernières sont livrées avec le logiciel du système de mesure. Le chapitre 6 et NC.2 de la norme SN EN ISO 9972 [2] fournit des détails par rapport aux valeurs de référence, formules de calcul et grandeurs dérivées.

6.9 Méthodes de mesures complémentaires

a) La mesure d'orientation

Lors d'une inspection de bâtiment, il est souvent demandé de fournir une indication sur l'étanchéité à l'air dans les plus brefs délais et avec un minimum d'efforts (et de coûts). Si un résultat de mesure de la perméabilité à l'air est obtenu à l'aide d'une méthode abrégée et simplifiée – par exemple uniquement par dépression, uniquement sous forme de mesure en un point à 50 Pa, avec une valeur de référence estimée – ou à l'aide d'autres dispositifs de mesure s'écartant des normes et de la présente directive, il s'agit alors d'une « mesure contenant un élément d'information ». Cela s'accompagne également d'incertitudes de mesure différentes, généralement plus élevées que lors des mesures standard. La description correcte d'une telle mesure est alors « mesure indicative basée sur la norme... », en précisant en quoi consiste la conformité ou la non-conformité.

Le résultat d'une « mesure contenue informativement » peut certes être comparé aux valeurs limites, mais aucune évaluation (conforme / non conforme) au sens des valeurs limites Minergie n'est autorisée.

b) Images thermographiques

Si l'office de certification exige la réalisation de relevés, l'ensemble du bâtiment doit faire l'objet d'une analyse thermographique afin de détecter d'éventuels points faibles. La température intérieure lors des relevés doit

correspondre à celle en conditions d'utilisation. Dans le cadre de ces contrôles, il convient de partir du principe que, dans l'intérêt de tous les acteurs du processus de construction, les points problématiques feront l'objet d'une analyse plus approfondie et seront corrigés. Un rapport doit être établi et remis à l'office de certification.

Remarques concernant l'interprétation des images thermographiques en cas de fuites : lorsqu'une caméra infrarouge est utilisée pour rechercher des fuites, la prudence est de mise lors de l'interprétation.

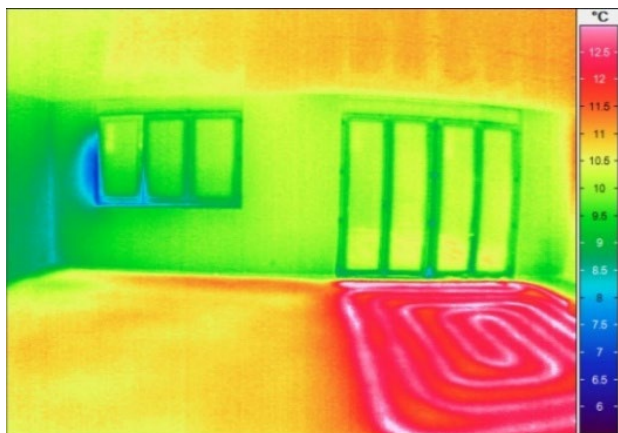


Illustration 27 : Différence de température à travers l'enveloppe du bâtiment : environ 8 kelvins, dépression : 50 Pa, depuis environ 10 minutes. Attention : la fenêtre de gauche est étanche ! Raison de la zone froide et bleue à gauche : la fenêtre était en position basculée avant la mesure (source : bureau d'études Baucheck- ChristophTanner)

Pour obtenir un taux d'information détaillé sur une fuite, la méthode de soustraction infrarouge est tout indiquée. Pour plus d'informations à ce sujet, consultez le « cahier technique sur la thermographie en cas de fuites » : <https://www.thech.ch/de/publikationen/publikationen>.

Il faut garder à l'esprit que les images infrarouges ne permettent pas de visualiser tous les points problématiques. Les fuites qui se propagent vers des zones voisines (par exemple dans les appartements) sont souvent indétectables, car la cloison de séparation ne présente généralement pas de gradient thermique. Il n'existe pas de formule universelle pour évaluer les fuites. Les causes, les conséquences, les conditions cadres et le comportement des occupants sont trop complexes. Le rapport de recherche « Défauts dans les couches d'étanchéité à l'air – Recommandations d'action pour les professionnels du bâtiment » (2016) [8] contient des informations complètes sur ce sujet.

7 Rapport de mesure lié à la mesure de l'étanchéité à l'air

7.1 Exigences relatives au rapport de mesure

L'établissement du rapport doit en principe satisfaire tous les points selon la norme SN EN ISO 9972 [2], chapitre 7. Des exigences supplémentaires sont requises pour l'établissement du rapport de mesures Minergie ; celles-ci sont décrites ci-après.

Données relatives à l'objet mesuré et questions de procédure

- Données pour l'identification de l'objet mesuré (adresse, type de bâtiment, année de construction, altitude, évtl. photos)
- Label Minergie du bâtiment
- Facteur de situation de la zone de mesure par rapport au vent (A, B, C)
- Vent, si disponible : évolution le jour de la mesure, à partir de la station météorologique se situant à proximité.
- Hauteur de la zone de mesure (hauteur de l'air → effet de cheminée)
- Documentation de la zone de mesure (évtl. photos) et données relatives à la / aux valeur(s) de référence :
- Calculs de A_{inf} (y c. plans avec la zone de mesure inscrite)
- Méthode utilisée 1, 2 ou 3 (exigence SIA 180 [1] méthode 2 ou Minergie : Méthode 3)
- Si la méthode 1 ou 2 (description voir norme SN EN ISO 9972 [2], chapitre 5.2.3) doit être appliquée, elle doit être discutée au préalable avec l'office de certification correspondant et être jointe au rapport de mesure comme forme d'accord écrit.

Conditions marginales lors de la mesure

- Photo et description avec le type et l'emplacement du blower-door installé pendant la mesure
- Date *et heure* de la mesure
- Statut :
 - mesure anticipée ou mesure lors de la réception
 - documentation sur la situation effective
- Bâtiment existant / ancien bâtiment
- Description / liste précise et/ou photos qui permettent de déceler ce qui doit être provisoirement colmaté, comment le faire et où ces éléments se situent (voir le chapitre 6.3). La liste de contrôle peut également être utilisée : onglet « Etanchements », dans le formulaire justificatif relatif à l'étanchéité à l'air [7].
- Description de l'état des zones adjacentes, à moins que l'on s'assure que les fenêtres y sont ouvertes. Si l'état n'est pas connu (car peut-être inaccessible), il faut le déclarer dans le rapport.

Autres :

Les principales fuites découvertes doivent être décrites de manière détaillée et, dans la mesure du possible, documentées à l'aide de photos, indépendamment du fait que la valeur limite ait été atteinte ou non (voir le chapitre 6.4, let. b et [8] pour davantage de détails). Il est recommandé d'intégrer dans l'établissement du rapport les Remarques en lien avec le tableau des valeurs limites (Tableau 6).

8 Annexe

8.1 Supports pour chaque phase de la construction

Une liste de contrôle relative à l'étanchéité à l'air [6] est disponible pour chaque phase de construction. Elle peut être téléchargée sur www.minergie.ch. La partie de la liste de contrôle relative à la phase de l'avant-projet est indiquée ici à titre d'exemple.

Phase d'avant-projet

	Responsable	Effectué	Remarques
Concept d'étanchéité à l'air établi?			
Concept de ventilation établi?			
Concept de mesures d'étanchéité à l'air nécessaire/établi?			
Position de l'enveloppe étanche déterminée?			
Eviter autant que possible les pénétrations au niveau de l'étanchéité à l'air!			
La longueur des raccords/bords au niveau de l'étanchéité à l'air a-t-elle été réduite?			
Les concepts ont-ils été discutés avec les spécialistes (physicien du bâtiment, CVFSE et spécialiste ECO)?			
Concept de mesures d'étanchéité à l'air nécessaire/établi, planifié et transmis au planificateur spécialisé?			
Concept de mesures d'étanchéité à l'air transmis à l'office de certification?			

Illustration 28 : Liste de contrôle Étanchéité [6]

8.2 Norme SIA 180 [1]

Dans la norme SIA 180:2014 [1], toutes les valeurs de référence essentielles dans le domaine de l'étanchéité à l'air sont définies de la même manière que dans les normes internationales. Il n'y a que quelques différences dans les termes/symboles (comparaison des symboles : voir Tableau 4).

Valeurs limites selon la norme SIA 180 [1]

La norme SIA 180 [1] décrit les valeurs limites et cibles suivantes (remarque : $q_{a50,li}$ / $q_{a50,ta}$ est synonyme de q_{E50} (selon norme SN EN ISO 9972, [2]) :

	Valeur limite		Valeur cible
	Pour ventilation naturelle	Pour ventilation mécanique	générale
	$q_{a50,li}$	$q_{a50,li}$	$q_{a50,ta}$
	$[m^3/(h \cdot m^2)]$	$[m^3/(h \cdot m^2)]$	$[m^3/(h \cdot m^2)]$
Construction neuve	2.4	1.6	0.6
Rénovation	3.6	2.4	1.2

Tableau 11 : Valeur limite et cible selon la norme SIA 180 [1]

Remarques :

- Les valeurs limites doivent impérativement être respectées. Les valeurs cibles sont visées.
- Une autre valeur limite pour les parois de séparation est décrite dans le chapitre 3.3.4: voir le Tableau 12, note ⁶⁾

Aperçu des concepts selon la norme SIA 180 [1]

	Norme SN EN ISO 9972 [2]	Norme SIA 180 [1]	Minergie
Concept de ventilation ¹⁾	aucune exigence	oui, voir ¹⁾ SIA chap. 3.2	Oui (base : SIA)
Concept d'étanchéité à l'air ²⁾	aucune exigence	oui, voir SIA chap. 3.6.1.6 ³⁾ SIA chap. 3.6.1.5 ⁴⁾ SIA chap. 3.6.1.1 ⁵⁾ SIA chap. 3.3.4 ⁶⁾	Oui (base : SIA)
Concept de mesures d'étanchéité à l'air ⁷⁾	aucune exigence	aucune exigence	oui, si mesures obligatoires et conditions spéciales ⁷⁾

Tableau 12 : Aperçu des concepts de ventilation, d'étanchéité à l'air et de mesures de l'étanchéité à l'air

- ¹⁾ Bien que le **concept de ventilation** n'ait rien à voir avec les mesures, le chapitre 3.2.5 de la norme SIA 180 [1] peut revêtir une importance majeure pour les analyses de résultats de mesure et les rapports dans le domaine de la perméabilité à l'air. *« Si la conception de la ventilation prévoit que l'habitant est seul à assurer l'apport d'air frais et la qualité de l'air intérieur par des opérations manuelles, ceci doit être clairement noté dans la documentation de l'ouvrage en faisant mention des problèmes possibles. »*
- ²⁾ La norme SIA 180 [1] donne les explications suivantes pour le **concept d'étanchéité à l'air** :
- ³⁾ Chapitre 3.6.1.6: *« La position de l'étanchéité à l'air et sa continuité au droit des raccords, des bords et des pénétrations sont précisées dans le **concept d'étanchéité à l'air**. »*
- ⁴⁾ Chapitre 3.6.1.5 : *« Des éléments de construction critiques relativement à l'étanchéité à l'air (par ex. les portes coulissantes, pliantes, enroulables ou à tambour, les portes d'ascenseurs, les clapets d'évacuation de fumée ou de chaleur) sont souvent utilisés dans les bâtiments non résidentiels et les grands bâtiments. Dans ces cas, des mesures analogues à celles faites dans les immeubles résidentiels ne sont souvent pas possibles. En conséquence, les exigences et les limites à respecter dans ces bâtiments **doivent être expressément spécifiées dans le concept d'étanchéité à l'air**. »*
- ⁵⁾ Le chapitre 3.6.1.1 de la norme SIA 180 [1] joue un rôle déterminant par rapport aux domaines/zones étanches : *« Les exigences d'étanchéité à l'air affectent non seulement l'enveloppe thermique, mais, selon les situations, concernent aussi les parois intérieures d'un bâtiment (parois de séparation entre logements ou entre zones d'utilisation différentes dans les bâtiments commerciaux, etc.). C'est au concepteur de définir les zones qui doivent satisfaire les exigences d'étanchéité. »*
- ⁶⁾ Un cas spécial par rapport aux délimitations/zones étanches est décrit comme suit – et assorti d'une valeur limite séparée – dans le chapitre 3.3.4 de la norme SIA 180 [1]: *« Parois et dalles séparant les espaces avec sources de pollution ou d'humidité (par ex. garages, caves, espaces à haute concentration de radon) des espaces occupés doivent être aussi étanches à l'air que possible. Les portes et passages entre ces espaces doivent être exécutés de manière que le débit d'air sous 50 Pa de pression différentielle, rapporté à l'aire totale des parois de séparation, soit inférieur à $2 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$. »*
- ⁷⁾ En ce qui concerne le **concept de mesures** de l'étanchéité à l'air, voir le chapitre 5.

La norme SIA 180 [1] fournit également les informations suivantes sur le concept d'étanchéité à l'air :

- Art. 3.6.1.4 : *« Les fuites isolées ne doivent ni entraîner des dommages au bâtiment ni réduire le confort (par ex. des courants d'air, du bruit, des odeurs), ce même si l'exigence globale est respectée. Des exigences de perméabilités doivent être spécialement définies ou des classes de perméabilité à l'air selon les normes de composants (SN EN 12152, SN EN 12207 [16], SN EN 12426 [15], SN EN 13125) doivent être données pour les éléments de construction critiques relativement à l'étanchéité à l'air. »*

Remarque des auteurs : à cet égard, consulter également les annexes des normes de composants SIA 329, SIA 331, SIA 343, etc.

- Art. 3.6.4.2 : *« La mesure de la perméabilité à l'air des nouveaux bâtiments est, dans la règle, à prévoir à la fin de la phase de construction, lorsque tous les travaux essentiels qui contribuent à l'étanchéité ont été effectués. Elle peut être aussi effectuée après l'achèvement de la construction ou pendant l'exploitation. »*

Diverses autres normes SIA renvoient à la norme SIA 180 [1] s'agissant de l'étanchéité à l'air.

Parallèlement à la norme SIA 180 [1], le concept d'étanchéité à l'air est également exigé dans les normes de composants SIA 232/1, SIA 232/2 et dans la SIA 271. En fonction de l'état de la technique, il est applicable

comme condition indispensable pour établir le concept de mesures d'étanchéité à l'air et effectuer correctement les mesures de différence de pression après l'exécution relative à l'étanchéité à l'air.

C'est pourquoi le concept de mesures d'étanchéité à l'air fait partie intégrante de la certification pour les constructions Minergie-P et -A et doivent être élaborés et transmis avec les autres documents exigés (les exigences précises figurant dans le chapitre 5).

Bibliographie

- [1] Norme SIA 180 ; Protection thermique, protection contre l'humidité et climat intérieur dans les bâtiments ; 2014/07
- [2] Norme SN EN ISO 9972 ; Performance thermique des bâtiments – Détermination de la perméabilité à l'air des bâtiments – Méthode de pressurisation par ventilateur ; 2015/09 (SIA 180.206; 2022/12, 2e tirage)
- [3] EN 13829 (annulée) ; Performance thermique des bâtiments – Détermination de la perméabilité à l'air des bâtiments – Méthode de pressurisation par ventilateur ; 2000/11
- [4] Règlement d'utilisation Minergie, version 2022.1 ; <https://www.minergie.ch/fr/certifier/minergie/> ; Documents de travail, Documents de base ; 2020/01
- [5] Règlement des produits Minergie, version 2022.1 ; <https://www.minergie.ch/fr/certifier/minergie/> ; Documents de travail, Documents de base ; 2020/01
- [6] Liste de contrôle Etanchéité à l'air, version 2020.1 ; <https://www.minergie.ch/fr/certification/minergie-pl/> ; Documents de travail, Étanchéité de l'enveloppe ; version 2020.1 (DOC)
- [7] Justificatif pour les mesures de l'étanchéité à l'air – une zone, version 2024.2, y c. liste relative aux étanchements ; justificatif pour les mesures de l'étanchéité à l'air – plusieurs zones, version 2024.2, y c. liste relative aux étanchements ; <https://www.minergie.ch/fr/certification/minergie-pl/> ; Documents de travail, Étanchéité de l'enveloppe ; 2024/2
- [8] Rapport de recherche : Évaluation des défauts au niveau de l'étanchéité – Recommandations pour les professionnels de la construction (Flieg, AIBAU, IBP), https://www.flib.de/publikationen/12_forschungsbericht/FLiB_Forschungsbericht_2016.pdf; 2016/10 (en allemand uniquement)
- [9] Directives et normes de protection incendie AEAI ; <http://www.praever.ch/fr/bs/vs/norm/Seiten/default.aspx>
- [10] Texte pour appel d'offres pour les mesures d'étanchéité à l'air ; <https://www.thech.ch/fr/blower-door/blower-door>
- [11] Norme SIA 380/1 ; Besoins de chaleur pour le chauffage ; 2016/12
- [12] Norme SIA 380 ; Bases pour les calculs énergétiques des bâtiments ; 2015/04
- [13] Exigences supplémentaires pour les piscines couvertes, version 2020.1 ; <https://www.minergie.ch/fr/certifier/minergie/> ; Documents de travail, Exigences supplémentaires ; 2020/01
- [14] Exigences supplémentaires pour les patinoires, version 2020.1 ; <https://www.minergie.ch/fr/certifier/minergie/> ; Documents de travail, Exigences supplémentaires ; 2020/01

- [15] SN EN 12426 ; Norme SIA 343.103; Portes – Perméabilité à l'air – Classification ; 2000
- [16] SN EN 12207:2016; Norme SIA 331.301; Fenêtres et portes – Perméabilité à l'air – Classification, 2016
- [17] Justificatif : <https://www.thech.ch/fr>, <https://www.minergie.ch/fr/certification/minergie-p/> ou <https://www.minergie.ch/fr/certification/minergie-a/> - Documents de travail – Mesures de la perméabilité à l'air
- [18] FLiB – Concept d'étanchéité à l'air : <https://www.flib.de/publikationen/Luftdichtheitskonzept/FLiB-Luftdichtheitskonzept.pdf> (en allemand)

Littérature complémentaire

- FLiB – Guide relatif au concept d'étanchéité à l'air (FLiB - Leitfaden Luftdichtheitskonzept (en allemand) : https://www.flib.de/ldk/FLiB_Luftdichtheitskonzept.pdf?m=1560936730
- SN EN 1026 ; norme SIA 331.055; Fenêtres et portes – Perméabilité à l'air – Méthode d'essai ; 2016
- SN EN 12152 ; norme SIA 329.001; Façades rideaux – Perméabilité à l'air – Exigences de performance et classification ; 2002
- SN EN 12153 ; norme SIA 329.002; Façades rideaux – Perméabilité à l'air – Méthode d'essai ; 2000
- SN EN 12207 ; norme SIA 331.301; Fenêtres et portes – Perméabilité à l'air – Classification ; 2016
- SN EN 12427 ; norme SIA 343.104; Portes équipant les locaux industriels, commerciaux et les garages – Perméabilité à l'air – Méthode d'essai ; 2000
- SN EN 12835 ; norme SIA 342.008; Fermetures étanches – Essai de perméabilité à l'air ; 2000
- SN EN 13125 ; SIA-Norm 342.011; Fermetures pour baies équipées de fenêtres, stores intérieurs et extérieurs – Résistance thermique additionnelle – Attribution d'une classe de perméabilité à l'air à un produit ; 2001
- Exemple de concept de mesure de l'étanchéité à l'air. https://www.thech.ch/layout/archiv/dokumente/blowerdoor-dokumente/221117_Mustermesskonzept%20Beispiel_inkl_Planbeilage.pdf (en allemand)
- Luftdichtheitskonzept Planzeichnung, Version 2018.1; www.thech.ch/de/blower-door/blower-door (en allemand)
- Anwendung der erweiterten Blower-Door-Messmethoden (Monika Hall); www.uni-kassel.de/fb6/bpy/de/forschung/veroeffentlichungen/Publikationen00/bp6_00.pdf; 2000 (en allemand)
- Luftdichtheitskonzept Fragebogen, Version 2018.1; www.thech.ch/de/blower-door/blower-door (en allemand)