



© INIVE EEIG
Operating Agent
and Management
Boulevard Poincaré 79
B-1060 Bruxelles – Belgique
inive@bbri.be - www.inive.org

Agence Internationale de l'Energie
Energy Conservation in Buildings
and Community Systems Programme



Air Infiltration and Ventilation Centre

Etanchéité à l'air des conduits de ventilation

Christophe Delmotte, CSTC

Traduction réalisée par le CSTC (Belgique) et le
CETIAT (France) avec l'aide de l'ADEME (France)

ADEME



1 Introduction

La nécessité de rendre étanches les conduits d'eau sanitaire ou de chauffage central, ainsi que ceux de distribution de gaz naturel est bien comprise par les professionnels de la construction et le grand public. En revanche, l'étanchéité à l'air des conduits aérauliques fait l'objet de moins d'attention.

Une étude pour déterminer le niveau d'étanchéité à l'air des conduits aérauliques a été menée dans le cadre d'un projet européen¹, et a montré que le débit de fuite des conduits en France et en Belgique atteint en moyenne 20% du débit nominal [1].

Quelle importance ces fuites peuvent-elles avoir, comment les mesurer, quels critères d'étanchéité choisir, et enfin quelles sont les pistes d'amélioration ? Voilà les questions auxquelles ce document a pour objectif de répondre.

2 Importance de l'étanchéité

L'objectif d'un système de ventilation est de garantir une qualité d'air acceptable dans les bâtiments, à tout moment. Si, pour une raison de mauvaise étanchéité des conduits, une part importante de l'air n'atteint pas le local prévu,

celui-ci subira une détérioration de sa qualité d'air, du fait d'une sous-ventilation. Dans les zones de fuites, il peut en revanche exister des courants d'air inconfortables dus à la sur-ventilation. Les conduits fuyards sont également susceptibles d'être une source de pollution : par exemple, un conduit d'extraction peut laisser échapper une certaine quantité d'air pollué dans les locaux qu'il traverse.

Pour compenser ces fuites, on sur-dimensionne parfois les débits de ventilation, ce qui entraîne une augmentation du coût de l'installation ainsi que de la consommation énergétique puisqu'il y a, au niveau des ventilateurs, plus d'air à mettre en mouvement et à réchauffer ou refroidir. Ceci entraîne un gaspillage d'énergie puisqu'une partie des fuites d'air se produit dans des espaces où cet air et l'énergie qu'il contient sont inutiles. En première approximation, on peut estimer qu'un taux de fuite de 1% a pour conséquence une augmentation de 3% de la consommation électrique et de 1% de la consommation de chauffage [2].

La régulation de la ventilation peut aussi s'avérer parfois très difficile si les conduits ne sont pas étanches. Les conduits sont en effet dimensionnés en fonction des pertes de

¹ Save-Duct

charges correspondant aux débits d'air qu'ils sont censés véhiculer. Toute modification des débits entraîne donc une modification de la distribution des pertes de charge et un déséquilibre de l'installation de ventilation. Ceci est d'autant plus marqué que les fuites sont importantes.

On voit donc que les conséquences du manque d'étanchéité des conduits aérauliques, qui peuvent au premier abord apparaître comme insignifiantes, sont en réalité loin d'être négligeables.

3 Comment exprimer la qualité de l'étanchéité ?

Pour caractériser la qualité de l'étanchéité à l'air d'un conduit aéraulique, on utilise en général la notion de classe d'étanchéité. La définition² des classes d'étanchéité se base sur le coefficient de fuite (K) ainsi défini [3] :

$$K = \frac{q_{vl}}{A \cdot \Delta p_{ref}^{0,65}}$$

Où :

- K est le coefficient de fuite par m² de conduit (m³/(s.m².Pa^{0,65}))
- q_{vl} est le débit de fuite (m³/s)
- A est la surface du conduit (m²)
- Δp_{ref} est la pression de référence (Pa) (différence de pression appliquée au

conduit durant le test d'étanchéité).

Ce coefficient présente l'avantage d'être pratiquement indépendant de la pression de référence. Cela permet d'effectuer une comparaison entre l'étanchéité à l'air de différentes installations et d'exprimer des critères de performance basés sur ce coefficient.

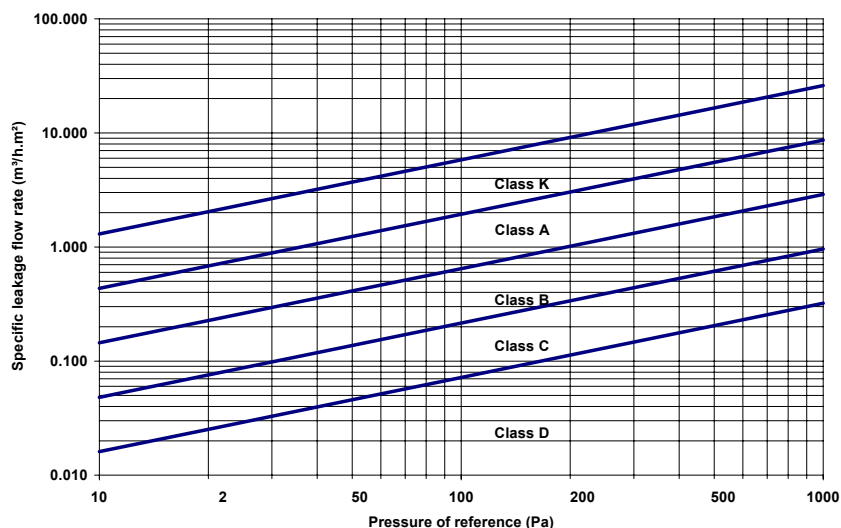
Le tableau 1 indique les valeurs supérieures du coefficient de fuite pour les quatre classes définies par la norme EN 13779 [4]. Lorsqu'on passe d'une classe à une autre, les fuites sont divisées par 3.

Le débit de fuite spécifique (c'est-à-dire le débit de fuite par unité de surface des conduits, également appelé facteur de fuite) associé à ces différentes classes d'étanchéité est quant à lui repris dans la figure 1 et le tableau 2 pour différentes pressions de référence.

Calculons à titre d'exemple le débit de fuite d'un conduit rectangulaire de section 0,4 m × 0,2 m, de longueur 10 m et dans lequel règne une surpression de 20 Pa.

Pour la classe d'étanchéité A, le débit de fuite maximum sera de 12 m² × 0,681 m³/(h.m²) = 8,17 m³/h.

Figure 1: Débit de fuite spécifique pour différentes classes d'étanchéité



² L'ASHRAE utilise une définition légèrement différente des classes de fuite, avec un coefficient de fuite en unités SI équivalent à 1000 × K

Pour la classe d'étanchéité D, le débit de fuite maximum sera de $12 \text{ m}^2 \times 0,025 \text{ m}^3/(\text{h.m}^2) = 0,3 \text{ m}^3/\text{h}$.

Soit un débit de fuite 27 fois moins important pour la classe D que pour la classe A !

Tableau 1 : Classes d'étanchéité à l'air définies par l'EN 13779 ($.10^{-3} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ Pa}^{-0,65}$)

Classe A	$K_A =$	0,027
Classe B	$K_B =$	0,009
Classe C	$K_C =$	0,003
Classe D	$K_D =$	0,001

Tableau 2 : Débit de fuite spécifique pour les différentes classes d'étanchéité ($\text{m}^3/(\text{h.m}^2)$)

Δp (Pa)	Classes d'étanchéité			
	A	B	C	D
10	0,434	0,145	0,048	0,016
20	0,681	0,227	0,076	0,025
50	1,236	0,412	0,137	0,046
100	1,939	0,646	0,215	0,072
200	3,043	1,014	0,338	0,113
500	5,521	1,840	0,613	0,204
1000	8,663	2,888	0,963	0,321

4 Méthode de mesure

La méthode de mesure du débit de fuite est décrite dans la norme EN 12599 [5]. Un ventilateur et l'équipement de mesure de débit sont reliés aux réseaux (figure 2). Le ventilateur est utilisé pour créer une différence de pression par rapport à la pression atmosphérique dans la partie du réseau étudiée. L'installation de ventilation est mise à l'arrêt et les bouches ou diffuseurs d'air sont obturés pendant les mesures de façon à mettre en évidence le débit de fuite des conduits. Les mesures sont faites pour plusieurs différences de pression.

Pour calculer le coefficient de fuite, la surface de conduit doit également être mesurée, selon la procédure décrite dans la prEN 14239 [6]. Cela peut être compliqué lorsqu'une partie du réseau est cachée, ou quand les plans ne sont pas disponibles.

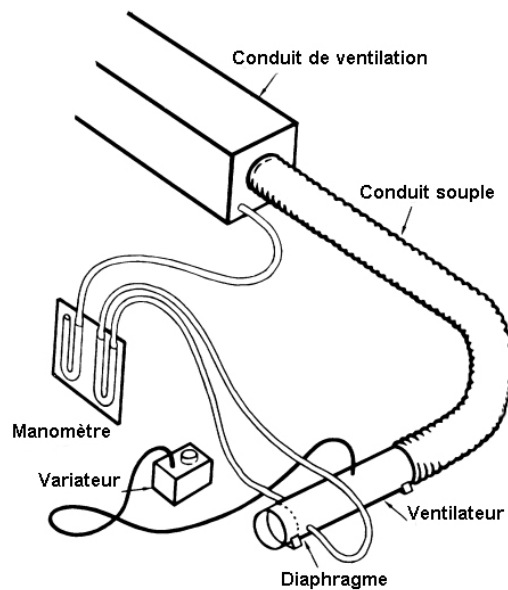


Figure 2 : Illustration de l'équipement de mesure de l'étanchéité à l'air des conduits aérodynamiques

5 L'étanchéité en pratique

5.1 Campagne de mesure

Entre 1997 et 1998, le projet européen SAVE-DUCT a étudié l'étanchéité des réseaux de ventilation sur site [1]. Les mesures réalisées dans le cadre de cette étude ont montré que seulement 2 des 42 réseaux testés en Belgique et en France ont atteint la classe B, et que 5 autres ont atteint la classe A (figure 3). Le débit de fuite moyen s'élevait à 20% du débit nominal des installations, mais des coefficients de fuite bien plus élevés ont été obtenus sur certains réseaux.

En Suède, presque toutes les installations sont testées à la mise en route des installations, et on dispose donc d'un grand nombre de données. Les résultats de mesures sur 69 installations suédoises prises au hasard montrent que presque toutes atteignent la classe B, et parfois même la classe C ou la classe D (figure 4). Ces bons résultats sont une conséquence directe de la réglementation suédoise, qui impose des critères de performance et des contrôles systématiques sur les installations de ventilation, notamment sur leur étanchéité (OVK – Obligatorisk Ventilations-Kontroll) [7].

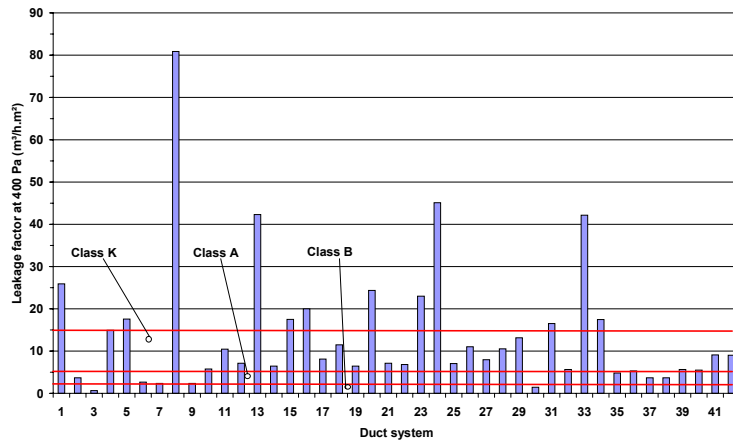


Figure 3 : Etanchéité à l'air de conduits aérauliques en Belgique et en France

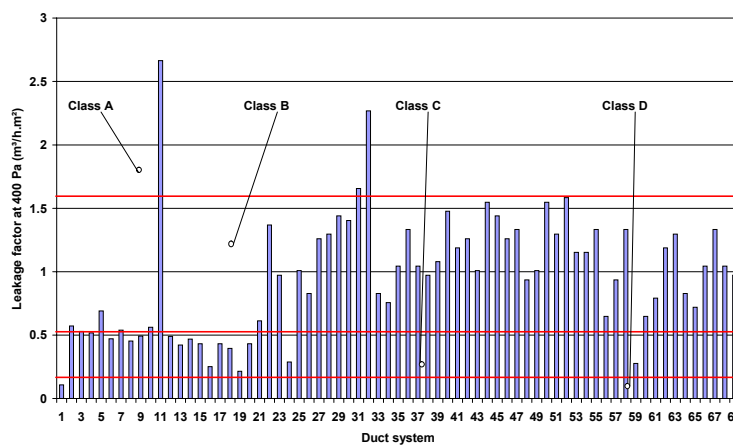


Figure 4 : Etanchéité à l'air de conduits aérauliques en Suède

5.2 Technologie disponible

La majorité des fuites d'air des conduits aérauliques se situent au niveau des raccords entre les différents éléments. Suivant que les conduits soient rectangulaires ou circulaires, différentes techniques peuvent être utilisées pour les rendre étanches.

Les jonctions des conduits rectangulaires sont généralement étanchées à l'aide de joints (figure 5), mastic, bande adhésive... Bien qu'il soit possible d'avoir une bonne étanchéité avec des conduits rectangulaires, cela peut parfois être difficile, pour différentes raisons :

- l'accessibilité de certaines jonctions est parfois très limitée (conduit très, voire trop près du plafond par exemple) ;
- les conditions de propreté sur le chantier peuvent nuire à l'adhérence des produits d'étanchéité (poussière ou graisse sous le mastic ou la bande adhésive par exemple) ;

- les démontages et remontages successifs pénalisent l'étanchéité ;
- les propriétés de certains produits se dégradent au fil du temps.

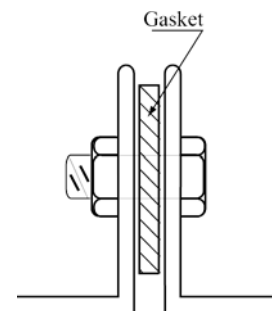


Figure 5: Joint d'étanchéité entre brides – Pincés, fermoirs, boulons ou rivets sont utilisés pour tenir les pièces ensemble.

Pour les conduits circulaires, on distingue les conduits équipés d'accessoires à joint de ceux qui ne le sont pas.

Les conduits circulaires sans accessoires à joint sont généralement étanchés avec de la bande adhésive (figure 6), avec les mêmes inconvénients que pour les conduits rectangulaires.

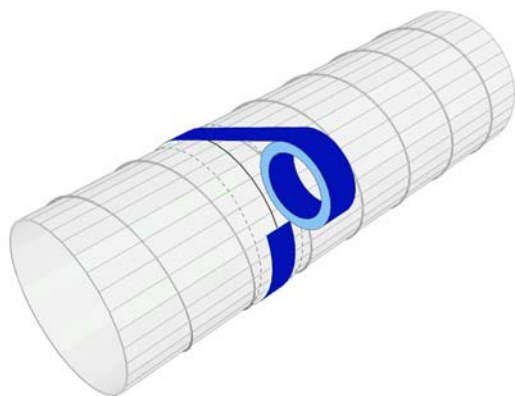


Figure 6 : Bande adhésive

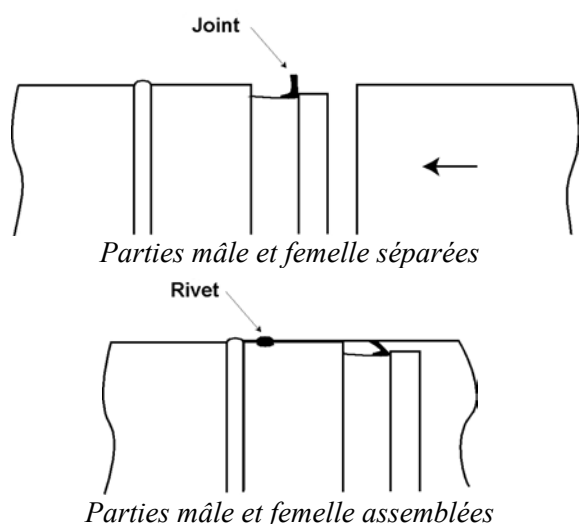


Figure 7 : Accessoire à joint pour conduits circulaires (photo : Lindab)

Les conduits circulaires avec accessoires à joint sont maintenant courants sur le marché (figure 7). Ils permettent d'avoir une bonne

étanchéité des réseaux même avec des montages et démontages répétés.

Outre l'amélioration de l'étanchéité à l'air, ces accessoires permettent de réduire le temps nécessaire au montage des conduits. Ce type de matériel est couramment utilisé en Scandinavie où les classes C et D sont souvent exigées.

Une autre source de fuite dans les conduits de ventilation vient des perforations effectuées lors de la mise en route de l'installation. Ces trous dont le but est de permettre l'introduction d'un capteur de température ou d'un anémomètre par exemple doivent absolument être soigneusement obturés après la réalisation des mesures.

6 Différentes méthodes pour améliorer l'étanchéité à l'air

Comme il a été vu plus haut, les conduits étanches ont plusieurs avantages.

S'il y a une inquiétude particulière sur l'étanchéité du réseau (par exemple à cause de problème de qualité d'air intérieur), l'approche la plus appropriée est d'imposer un niveau d'étanchéité minimum. Cela nécessite bien sûr des mesures systématiques de l'étanchéité (figure 8, ❶).

Si c'est l'efficacité énergétique du bâtiment qui est visée, il peut être plus approprié de traiter l'étanchéité à l'air des réseaux comme un aspect des exigences relatives à la performance énergétique du bâtiment (Figure 8, ❷) :

- En imposant un objectif d'efficacité énergétique au niveau du bâtiment avec une méthode de calcul qui prend en compte l'étanchéité des réseaux, les maîtres d'ouvrage vont opter pour la mesure la plus rentable d'un point de vue économique. Cela peut être l'amélioration de l'étanchéité des réseaux aérauliques, mais aussi l'amélioration de leur isolation thermique, la récupération de chaleur...
- La directive sur la Performance énergétique des bâtiments ayant été adoptée à la fin de l'année 2002, chacun des pays de l'Union Européenne doit mettre en place une réglementation sur la performance énergétique avant 2006. Dans

ce cadre, le traitement de l'étanchéité à l'air des réseaux est un aspect intéressant.

- Cette dernière approche laisse davantage de temps au marché pour s'habituer aux enjeux de l'étanchéité des réseaux, ce qui peut conduire à moins de résistance et à des coûts réduits. De plus, cette approche ne nécessite pas des essais systématiques de l'étanchéité des conduits puisqu'une valeur par défaut peut être utilisée.

Une telle approche de performance énergétique est utilisée dans la réglementation thermique française (RT2000)

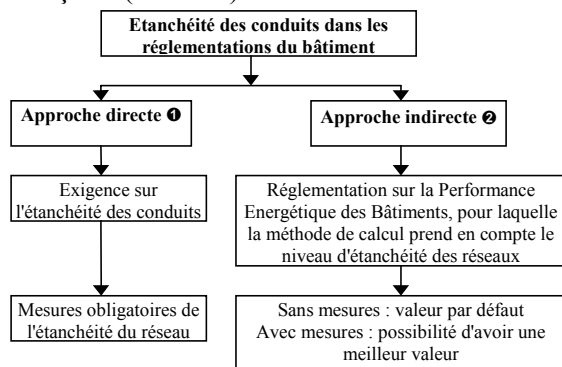


Figure 8 : Différents cheminements pour améliorer l'étanchéité

7 Conclusions

L'étanchéité des conduits a une importance significative en terme d'efficacité de ventilation et de consommation énergétique. Alors qu'il est possible d'atteindre une étanchéité correcte avec les techniques traditionnelles (par mastic ou bande adhésive), l'expérience scandinave montre que l'étanchéité de classe C ou D peut facilement être obtenue avec des conduits circulaires et des accessoires à joints. Cette technologie est disponible dans de nombreux pays.

8 Références

1. Carrié (F.), Andersson (J.), Wouters (P.), Improving ductwork. A time for tighter air distribution systems. A status report on ductwork airtightness in various countries with recommendations for future designs and regulations. AIVC & Save-Duct project partners, GBR, 1999.
2. Malmstrom (T); Andersson (J); Carrié (F); Wouters (P); Delmotte (Ch), Source book for efficient air duct systems in Europe. Save Airways project, 2002
3. EUROVENT 2/2. Air leakage rate in sheet metal air distribution systems. EUROVENT/CECOMAF, 1991.
4. EN 13779. Ventilation dans les bâtiments non résidentiels – Spécifications des performances pour les systèmes de ventilation et de climatisation
5. EN 12599. Ventilation des bâtiments - Procédures d'essai et méthodes de mesure pour la réception des installations de ventilation et de climatisation
6. prEN 14239. Projet de norme CEN - Ventilation des bâtiments – Réseau de conduits – Mesurage de l'aire superficielle des conduits.
7. The Swedish National Board of Housing, Building and Planning. General guidelines 1992:3E. Checking the performance of ventilation systems. Sweden, 1992

The Air Infiltration and Ventilation Centre (AIVC) a été créée par l'Agence Internationale de l'Energie et est financé par les sept pays suivants : Belgique, République Tchèque, France, Grèce, Pays-Bas, Norvège et Etats-Unis.

L'AIVC fournit un support technique à la recherche et aux applications dans le domaine de la ventilation et des infiltrations d'air. L'objectif est de disséminer les connaissances sur le comportement complexe des mouvements d'air dans les bâtiments, et de promouvoir l'application des économies d'énergie dans la conception de nouveaux bâtiments et l'amélioration des bâtiments existants.