



**SILENCER TEST CODES**

**CODES D'ESSAI DES SILENCIEUX**

**PRÜFVORSCHRIFTEN FÜR SCHALLDÄMPFER**

---

**EUROVENT**

**SILENCER TEST CODES**

**CODES D'ESSAI DES SILENCIEUX**

**PRÜFVORSCHRIFTEN FÜR SCHALLDÄMPFER**

# EUROVENT

*First Edition 1992*

This document has been prepared by EUROVENT WG 8 with the participation of the following members:

Yian CHEN	-	Switzerland
Alan FRY	-	United Kingdom
Klemens RUFF	-	Germany
Sule BECIRSPAHIC	-	France

**Published by EUROVENT Technical Secretariat**

**15 rue Montorgueil  
F-75001 PARIS**

**Tel. (33) 1 40 26 00 85  
Fax (33) 1 40 26 01 26**

## **AIMS AND OBJECTIVES**

Founded in 1959, the European Committee of Air Handling and Air conditioning Equipment Manufacturers, EUROVENT, is made up of 11 national trade associations representing the manufacturers of air handling equipment in Europe :

Belgium - Germany - Spain - France - Great Britain -  
Italy - Norway - Netherlands - Portugal - Sweden - Finland

EUROVENT has the aim, on a European level, to facilitate closer ties between the companies of the profession, to promote all desirable and possible exchanges between European manufacturers, and to contribute to an improvement of the profession.

EUROVENT represents the profession in relations with the European authorities and the International Organizations.

---

## **DEFINITION ET BUTS**

Fondé en 1959, le Comité Européen des Constructeurs de Matériel aéraulique, EUROVENT, rassemble 11 associations professionnelles nationales représentatives des constructeurs de matériel aéraulique en Europe :

Belgique - Allemagne - Espagne - France - Grande Bretagne  
Italie - Norvège - Pays-Bas - Portugal - Suède - Finlande

EUROVENT se propose de faciliter sur le plan européen un rapprochement des entreprises de la profession, d'aider à tous les échanges souhaitables et possibles entre les constructeurs européens et de contribuer à une amélioration des conditions d'exploitation des marchés et au développement général de la profession.

EUROVENT représente la profession auprès des autorités européennes et des organismes internationaux.

---

## **AUFGABEN UND ZIELE**

Das 1959 gegründete Europäische Komitee der Hersteller von lufttechnischen Geräten und Anlagen, EUROVENT, umfasst 11 nationale Fachverbände, die die Hersteller in Europa repräsentieren.

Belgien - Deutschland - Spanien - Frankreich - Grossbritannien  
Italien - Norwegen - Niederlande - Portugal - Schweden - Finnland

EUROVENT hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Annäherung zwischen den Firmen auf europäischer Ebene zu erleichtern, beim wünschenswerten und möglichen Erfahrungsaustausch zwischen den europäischen Herstellern zu helfen, die Marktbedingungen zu verbessern und zu einer allgemeinen Förderung des Fachbereiches beizutragen.

EUROVENT vertritt die Interessen des Berufszweiges gegenüber den europäischen Behörden und den internationalen Organisationen.

<b>TABLE DE MATIERES</b>
--------------------------

	<b>Page</b>
0 - INTRODUCTION	7
1 - CAPACITE D'ARRET DU BRUIT - PERTE D'INSERTION	8
2 - BRUIT GENERE PAR L'ECOULEMENT	8
3 - PERTE D'ENERGIE MECANIQUE	9
4 - CIRCUIT D'ESSAI	9
5 - SECTION DE MESURAGE	10
6 - BRUIT GENERE PAR L'ECOULEMENT	11
7 - PERTE D'ENERGIE MECANIQUE	11
8 - MESURES SUR LE SITE	11

## INTRODUCTION

Actuellement, il existe trois Codes d'Essai publiés et acceptés pour la détermination des caractéristiques des silencieux. Ce sont :

*British Standards Institution, B.S.I. :*

---

*Méthode d'essai de silencieux pour les systèmes de distribution d'air BS4718 : 1971*

*American Society for Testing and Materials, A.S.T.M. :*

---

*Méthode d'essai pour la détermination des caractéristiques aérauliques et acoustiques de matériaux de revêtement de conduits et de silencieux préfabriqués. ASTM E 477-1973*

*Deutsche Institut fur Normung, D.I.N. :*

---

*Méthodes de mesurage pour silencieux en conduits  
DIN 45 646*

Il existe un projet de norme d'essai ISO maintenant terminé et soumis à enquête en vue de sa publication. Il est très proche de la Norme d'essai allemande.

### GRANDEURS A DETERMINER

- 1 • Capacité d'arrêt du bruit
- 2 • Bruit généré par l'écoulement
- 3 • Perte de pression due à l'écoulement

Toutes ces grandeurs sont déterminées avec des conduits raccordés et à l'amont et à l'aval du silencieux.

## COMMENTAIRES

### 1 • CAPACITE D'ARRET DU BRUIT - PERTE D'INSERTION

Formellement, cette grandeur est assimilable à l'atténuation du silencieux en décibels, mais en réalité la propriété évaluée par tous les codes d'essais est LA PERTE D'INSERTION. Dans ce but, différents montages d'essai sont employés pour mesurer un niveau de bruit - tout d'abord avec le silencieux dans le circuit d'essai et, ensuite, un mesurage dans lequel le silencieux est remplacé par une longueur équivalente de conduit. La différence entre ces deux niveaux de bruit représente la PERTE D'INSERTION qui résulte de la substitution du silencieux au tronçon de conduit.

Ce concept est en harmonie avec la pratique traditionnelle de l'industrie dans la détermination des atténuations nécessaires dans laquelle on estime l'atténuation naturelle de l'ensemble du circuit sans aucun silencieux, et, uniquement si ce calcul indique qu'une atténuation supplémentaire est nécessaire, on SUBSTITUE ou on INSERE un silencieux à la place d'un tronçon de circuit existant.

Pendant une brève période, l'Organisation Internationale de Normalisation (I.S.O.) a proposé le mesurage direct de la perte de transmission. Ceci impliquait la détermination de l'énergie acoustique incidente à l'entrée et de l'énergie acoustique rayonnée par le silencieux à sa sortie. L'arrivée des intensimètres dans ce schéma aurait dû en principe faciliter la conception de l'ensemble d'essai mais une inertie générale est apparue vis-à-vis du concept de transmission d'énergie. Cette inertie provient pour une part de la crainte qu'un nouveau paramètre puisse en pratique ne pas donner la même réponse que la PERTE D'INSERTION ; de ce fait, pour l'instant, la PERTE D'INSERTION est universellement adoptée dans son principe, et dans les procédures de calcul.

Il n'a pas été évoqué la présence d'écoulement et la Norme Britannique en vigueur (BS4718 : 1971) ne prévoit pas la mesure de la perte d'insertion en présence d'écoulement. Toutefois, la Norme Américaine et la Norme Allemande prévoient la détermination de la PERTE D'INSERTION avec et sans débit d'air.

La valeur citée précédemment en l'absence d'écoulement est connue en tant que PERTE D'INSERTION STATIQUE tandis que la seconde détermination en présence d'écoulement est appelée PERTE D'INSERTION DYNAMIQUE. Cependant, il convient de préciser que la PERTE D'INSERTION DYNAMIQUE est employée par certaines autorités compétentes avec une signification différente liée à la présence du bruit généré par l'écoulement (cf. § 2). La Norme Américaine mesure des niveaux de pression acoustique dans une chambre réverbérante et on imagine que les mesurages des niveaux de pression acoustique devraient être exempts de problèmes de bruits parasites au niveau des microphones. Cependant, la Norme Allemande et le projet de Norme Internationale admettent la détermination de la PERTE DYNAMIQUE D'INSERTION à partir de mesurages avec des microphones disposés dans le conduit en présence de l'écoulement turbulent. Une procédure de contrôle est incluse pour s'assurer que le niveau de bruit dû à l'écoulement est de 10 dB inférieur au signal atténué. L'ancienne Norme Britannique est en cours de réexamen et la nécessité d'une révision pour inclure la détermination de la PERTE D'INSERTION DYNAMIQUE est reconnue. Il est peu probable que cette détermination soit autorisée par la méthode en conduit et les principes du Code d'Essais Américain dans lequel, en présence d'écoulement, seuls les mesurages de niveaux de pression acoustique en salle réverbérante sont admis, seront adoptés.

### 2 • BRUIT GENERE PAR L'ECOULEMENT

Lorsqu'un écoulement d'air traverse les composants résistants d'un silencieux, il est généré du bruit et de la turbulence. Dans les trois Codes publiés, le bruit généré par l'écoulement est

mesuré dans l'espace libre du champ diffus d'une chambre réverbérante.

Les mesures en conduit ne sont pas permises. La composante turbulente peut s'éliminer et ne pas affecter les signaux des microphones. D'autre part, même si l'on peut croire que les intensimètres puissent autoriser une évaluation du bruit généré par l'écoulement à partir de mesures en conduit, les techniques disponibles actuellement sont insuffisamment éprouvées pour être incluses dans les règles d'un Code d'Essais.

Le bruit généré par l'écoulement doit être exprimé sous forme d'un niveau de puissance acoustique et à cette fin la chambre réverbérante est étalonnée.

L'étalonnage peut être effectué à l'aide d'une source sonore supplémentaire ou à partir du mesurage du temps de réverbération.

### 3 • PERTE D'ENERGIE MECANIQUE

Il s'agit d'une mesure aéraulique traditionnelle pour laquelle l'écoulement est établi dans un conduit suffisamment long à l'amont du silencieux également raccordé à une longueur suffisante de conduit à l'aval. Des prises de pression statique sont disposées à l'amont et à l'aval du silencieux en des emplacements autorisant des mesures correctes. Redresseurs et écrans résistants sont couramment utilisés. Pour les trois Codes d'Essais cités, la perte d'énergie mécanique est évaluée comme une PERTE D'INSERTION en se référant à la faible perte du tronçon de conduit de substitution.

### 4 • CIRCUIT D'ESSAI

En principe, il est possible de construire une installation d'essais permettant la détermination de la PERTE D'INSERTION DYNAMIQUE, du bruit généré par l'écoulement et de la perte d'énergie mécanique à l'aide d'un seul circuit d'essais. En pratique cependant, les organismes tendent à dissocier l'installation d'essais en trois circuits, chacun d'entre eux respectant au plus près les règles énoncées.

**PERTE D'INSERTION** - L'ensemble d'essais comprend tout simplement une source de bruit équipée de haut-parleurs, un conduit de mesure dans lequel on insère le silencieux et un tronçon de sortie comportant les microphones pour les mesures en conduit ou se terminant par la pièce de transition vers la chambre réverbérante lorsque cette méthode est utilisée.

**La source de bruit** - elle est constituée de haut-parleurs pour tous les Codes d'Essais et, dans les Normes Britannique et Allemande et pour le projet de Norme Internationale, l'arrangement de la source vise à l'émission des seules ondes planes dans le conduit de mesure en l'absence d'écoulement. La source est constituée d'une batterie de haut-parleurs couvrant l'extrémité amont du conduit d'entrée. Les haut-parleurs sont connectés en phase et par conséquent émettent principalement des ondes planes. En présence d'écoulement, il est nécessaire que l'air pénètre dans le conduit à partir d'un plénum. Dans la norme Allemande et dans le projet de Norme Internationale, la batterie de haut-parleurs est arrangée pour être plus large que le conduit de mesure et de plus émettre principalement des ondes planes dans le conduit de mesure.

Comme il a été dit précédemment, la Norme Britannique ne prévoit pas le mesurage de la PERTE D'INSERTION en présence d'écoulement. Le Code d'Essais Américain n'est pas très explicite mais d'une manière générale n'est pas particulièrement organisé pour produire des ondes planes. Il a été montré que l'utilisation de haut-parleurs disposés sur les parois latérales des conduits pour exciter des modes transversaux mène à une moins bonne répétabilité des résultats

lors de comparaisons entre laboratoires - d'où l'adoption de méthodes fondées sur l'émission d'ondes planes.

**Le conduit de mesure** - c'est simplement la liaison entre la source de bruit et la section de mesurage et c'est dans cette longueur que le silencieux est inséré. Les parois de ce circuit d'essai doivent généralement posséder une grande capacité de rétenion du bruit de même que l'ensemble de l'installation. Tous les Codes d'essai en vigueur admettent des éléments de transition pour adapter les dimensions normalisées des conduits de mesure aux nombreuses formes des sections droites des silencieux en essais. Toutefois, des limites sont imposées à ces transitions, telles que variation d'aire de la section droite et angle de divergence. Dans les Codes d'essai Allemand, Américain et Britannique, le respect des limites imposées implique que les transitions soient sans effet sur la caractéristique apparente du silencieux.

L'expérience montre que ce n'est pas le cas et de ce fait le projet de Norme Internationale considère que les éléments de transition font partie intégrante du silencieux en essais. Pour l'évaluation de la caractéristique absolue d'un silencieux, la section droite du conduit de mesure doit être identique à celle du silencieux ; ce concept sera adopté dans la Norme Britannique lors de sa révision.

## 5 • SECTION DE MESURAGE

D'une manière générale, deux approches sont admises pour la détermination des niveaux à l'aval du silencieux :

- a) Salle réverbérante
- b) Ensemble de microphones en conduit.

**a) Salle réverbérante** - Dans cette méthode, la sortie du conduit d'essai est reliée à la salle réverbérante par un élément de transmission étudié et dessiné pour transférer l'énergie acoustique du conduit à la salle réverbérante en minimisant les réflexions d'ondes acoustiques. Toutefois, dans l'ancienne Norme Britannique, la transition abrupte à la sortie du conduit de mesure est autorisée et des corrections de réflexion en extrémité sont incluses dans la Norme d'Essais.

Le niveau moyen de pression acoustique dans la salle est déterminée par l'une quelconque des techniques courantes telles que moyennage spatial, bras oscillants, diffuseurs tournants et microphones mobiles. La méthode de la chambre réverbérante est la seule admise par la Norme Américaine.

**b) Ensemble de microphones en conduit** - Dans cette méthode, le conduit d'essai est raccordé à un tronçon de mesurage de section droite identique dans la diagonale duquel on déplace un microphone mobile ou bien on dispose une batterie de microphones fixes. Ce tronçon de mesurage est raccordé à une terminaison anéchoïque destinée à atténuer l'énergie acoustique réfléchie et donc minimiser la formation d'ondes stationnaires.

La chambre réverbérante peut être utilisée pour déterminer la PERTE D'INSERTION STATIQUE ou DYNAMIQUE dans le cas des Normes Américaine et Allemande et du projet de Norme Internationale.

La détermination de la PERTE DYNAMIQUE D'INSERTION en présence d'écoulement par la méthode en conduit est également autorisée par la Norme Allemande et le projet de Norme Internationale bien qu'en présence du bruit de fond dû à l'écoulement.

## 6 • BRUIT GENERE PAR L'ECOULEMENT

Le bruit généré par l'écoulement est parfois appelé bruit propre ou bruit régénéré ; c'est une propriété dynamique du silencieux résultant du passage du flux d'air à travers l'appareil. Tous les Codes d'Essai et les projets de Codes d'Essai actuels recommandent l'utilisation d'une chambre réverbérante pour ces mesurages. Les mesures par la méthode en conduit ne sont pas permises d'une manière générale, l'ensemble d'essais est constitué d'une source d'air silencieuse débitant dans le silencieux à travers un conduit d'alimentation exempt de réflexions. Le bruit d'écoulement en provenance du silencieux est canalisé vers la chambre réverbérante par un élément de transmission exempt de réflexions (pavillon). Le niveau de puissance acoustique est déterminé à l'aide d'une méthode en chambre réverbérante par l'une des rares techniques incluant un moyennage spatial et temporel des niveaux de pression acoustique. Un étalonnage de la salle est effectué pour passer des niveaux de pression acoustique mesurés aux niveaux de puissance acoustique demandés.

C'est un domaine où tous les Codes sont en complet accord bien que la définition de paramètres tels que "air silencieux" ou "air calme", etc... soit à la fois importante et difficile.

## 7 • PERTE D'ENERGIE MECANIQUE

Le silencieux est installé entre deux tronçons de conduit du circuit d'essais ; dans ce cas, pour des raisons aérodynamiques, les conduits d'essai disposés de chaque côté du silencieux doivent avoir la même section droite que celle de l'appareil en essais. On fait appel couramment à des écrans résistants et des redresseurs pour obtenir un écoulement uniforme et exempt de giration.

La mesure du débit peut être effectuée par diverses méthodes telles que exploration au tube de Pitot, venturi-tuyères, cônes à l'aspiration, diaphragmes, selon les spécifications des différentes Normes Nationales et Internationales.

Les emplacements des plans de mesure des pressions sont clairement définis de même que les longueurs droites de conduit de raccordement nécessaires. La détermination doit se faire par SUBSTITUTION du silencieux à un tronçon de conduit lisse. Là encore, les Codes en vigueur et les projets en cours sont en bon accord.

## 8 • MESURES SUR LE SITE

Les techniques de mesure décrites dans les Codes se fondent essentiellement sur une méthode de SUBSTITUTION associée à une chambre réverbérante ; elles sont de ce fait difficilement applicables à des évaluations sur le site. Dans cette situation où le silencieux doit en général être considéré comme inamovible le concept de perte de transmission serait plus approprié.

Dans cette hypothèse, il serait nécessaire de mesurer l'énergie acoustique incidente à l'entrée du silencieux et l'énergie acoustique rayonnée à la sortie du silencieux. Toutefois, les configurations d'entrée et de sortie du silencieux sont mal définies constituant des conditions peu favorables à la détermination de l'intensité acoustique à partir des seules mesures de niveaux de pression acoustique. Des conditions anéchoïques ne sont pas en général réalisables.

Si l'on se tourne vers le futur, il est possible que les techniques d'évaluation de l'intensité acoustique moyenne par exploration puissent permettre une description des champs acoustiques complexes à l'entrée et à la sortie du silencieux pour parvenir à une estimation significative de la perte de transmission sur le site. Dans une situation idéale, avec des terminaisons anéchoïques, la perte de transmission et la PERTE D'INSERTION devraient être numériquement identiques.

## LIST OF THE MEMBER ASSOCIATIONS

### **BELGIUM**

#### **FABRIMETAL**

21 rue des Drapiers - B 1050 BRUXELLES  
Tél. 32/2/5102311 - Fax : 32/2/5102301 - Tx 21078

### **GERMANY**

#### **Fachgemeinschaft Allgemeine Lufttechnik im VDMA**

Postfach 710864 - D-6000 FRANKFURT/MAIN 71  
Tél. 49/69/6603227 - Fax : 49/69/6603511 - Tx : 411321

### **SPAIN**

#### **AFEC**

Asociacion de Fabricantes de Equipos de Climatizacion  
Francisco Silvela, 69-1°C - ES.28028 MADRID  
Tel : 34/1/4027383 - Fax : 34/1/4027638

### **FRANCE**

#### **SYNDICAT DE L'AERAUQUE**

Cedex 72 - FR 92038 PARIS LA DEFENSE  
Tél : 33/1/47176292 - Fax : 33/1/47176427 - Tx : 616064

### **GREAT BRITAIN**

#### **HEVAC**

Heating Ventilating and Air Conditioning Manufacturers  
Association  
Sterling House - 6 Furlong Road - GB-BUCKS SL 8 5DG  
Tel : 44/628/531186 or 7 - Fax : 44/628/810423

### **ITALY**

#### **ANIMA**

Associazione Nazionale Industria Meccanica Varia ed  
Affine  
Via Battistotti Sassi, 11 - IT-20133 MILANO  
Tel : 39/2/73971 - Fax : 39/2/7397316 - Tx 310392

### **NORWAY**

#### **NVEF**

Norsk Ventilasjon og Energiteknisk Forening  
Postboks 6697 St Olavs plass - 0129 OSLO  
Tel. 47 22 20 27 90 - Fax : 47 22 20 28 75

### **NETHERLANDS**

#### **VLA**

Vereniging Fabrieken van Luchttechnische Apparaten  
Postbus 190 - NL-2700 AD ZOETERMEER  
Tel. 31/79/531258 - Fax : 31/79/531365 - Tx 32157

### **PORTUGAL**

#### **APIRAC**

Associação Portuguesa de Refrigeração e ar  
Condicionado  
Rua do Alecrim, 53-2° - PT 1200 LISBOA  
Tel. 351/1/3474574 - Fax : 351/1/347576 - Tx 18862

### **SWEDEN**

Föreningen Ventilation-Klimat-Miljö  
Box 17537 - SE - 118 91 STOCKHOLM  
Tel : 46/8/6160400 - Fax : 46/8/6681180

### **FINLAND**

#### **AFMAHE**

The Association of Finnish Manufacturers of Air Handling  
Equipment  
Eteläranta 10 - FI-00130 HELSINKI  
Tel : 358/0/19231 - Fax : 358/0/624462 - Tx 124997