



CRTI·B

CENTRE DE RESSOURCES DES TECHNOLOGIES
ET DE L'INNOVATION POUR LE BÂTIMENT

CTG. 047

TRAVAUX D'ISOLATION ET DE PROTECTION COUPE- FEU DES INSTALLATIONS TECHNIQUES

Version 2.0 / 22.02.2022

Remarque importante :

En cas de difficultés d'interprétation ou de litige, le texte français est prépondérant et fait foi.

Table des matières

Table des matières	3
1. Clauses techniques générales.....	4
1.1. Domaine d'application.....	4
1.2. Matériaux et éléments de construction	4
1.3. Exécution	5
1.4. Prestations spécifiques.....	6
1.5. Décompte.....	9
2. Recommandations pour l'élaboration du cahier des charges.....	24
2.1. Informations relatives au chantier.....	24
2.2. Informations relatives à l'exécution	24
2.3. Unités de décompte.....	26
3. ANNEXE	30
3.1. Tableau 2 – Conduits aérauliques et pièces de forme, plus grands périmètres, plus grandes longueurs et surfaces, isolation comprise.....	30

1. Clauses techniques générales

1.1. Domaine d'application

- 1.1.1.** La CTG. 047. « Travaux d'isolation et de protection coupe-feu des installations techniques » s'applique :
- aux travaux de calorifugeage (chaud / froid) et de coupe-feu relatifs aux installations industrielles de production, de transfert et de stockage et aux équipements techniques des bâtiments - appareils, colonnes, réservoirs, citernes, générateurs de vapeur, tuyauteries, installations de chauffage, de ventilation, de conditionnement d'air, et installations eau chaude / eau froide, par exemple ;
 - aux travaux d'isolation et de coupe-feu dans les chambres froides et salles à ambiance contrôlée ;
 - aux travaux de protection coupe-feu des installations électriques et des installations de désenfumage ;
 - aux travaux d'isolation coupe-feu des traversées des plafonds et parois verticales.
- 1.1.2.** La CTG. 047. ne s'applique pas aux travaux d'isolation et de protection incendie
- relatifs aux bâtiments et ouvrages de construction ;
 - dans la zone contrôlée des centrales nucléaires.

1.2. Matériaux et éléments de construction

1.2.1. Information concernant la désignation des normes

Au sein de l'Union Européenne, les organismes de normalisation nationaux sont tenus de transposer l'ensemble des normes européennes au plan national et à retirer toutes les normes nationales qui pourraient être en conflit avec elles. Au Grand-Duché du Luxembourg, l'ILNAS (Institut Luxembourgeois de la Normalisation, de l'Accréditation, de la Sécurité et qualité des produits et services), en sa qualité d'organisme luxembourgeois de normalisation, est chargé de la transposition des normes élaborées par les organismes européens, qui sont publiées au Luxembourg avec le préfixe "ILNAS EN" et prennent alors le statut de normes nationales.

Pour plus d'informations, veuillez consulter la rubrique « Normalisation » du site internet du CRTI-B ou vous renseigner directement auprès de l'ILNAS.

1.2.2. Les travaux d'isolation et de coupe-feu des installations techniques sont réalisés suivant les normes en vigueur notamment, dans l'ordre décroissant de priorité :

- les textes réglementaires luxembourgeois suivants :
 - le « règlement grand-ducal modifié du 31 août 2010 concernant la performance énergétique des bâtiments fonctionnels » ;
 - le « règlement grand-ducal modifié du 3 février 2021 concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation ».
- les normes européennes et les normes DIN :

DIN 4140	Dämmarbeiten an betriebstechnischen Anlagen in der Industrie und in der technischen Gebäude-ausrüstung — Ausführung von Wärme- und Kälte-dämmungen (isolation des installations techniques dans l'industrie et le bâtiment - Exécution des calorifugeages chaud/froid);
– DIN 4102 (toutes parties)	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen (Comportement au feu des matériaux et composants de construction) ;
– ILNAS EN 13501 (toutes parties)	Classement au feu des produits et éléments de construction ;
– DIN 2104	Brandschutz (coupe feu).

1.2.3. La masse volumique des isolants et leur conductivité thermique pour une température de référence égale à la température moyenne doivent pouvoir être justifiées, à la demande du pouvoir adjudicateur, au moyen d'un certificat d'essai établi par un laboratoire d'essai qualifié.

1.3. Exécution

1.3.1. Les travaux d'isolation doivent être exécutés conformément à la norme DIN 4140.

1.3.2. Les systèmes coupe-feu doivent être exécutés conformément aux prescriptions de leur agrément.

1.3.3. Lors de la vérification qui lui incombe, l'entrepreneur doit faire part de ses réserves, notamment lorsque les conditions prévues par la norme DIN 4140 ou les conditions nécessaires au respect des prescriptions de l'agrément ne sont pas réunies - par exemple lorsque les distances des pendants imposées par l'agrément des calfeutrements de pénétrations ne sont pas respectées.

1.3.4. Dans le cas de conditions climatiques inadaptées - application de mousse in situ à des températures inférieures à 10 °C, par exemple -, des mesures particulières doivent être mises en œuvre en accord avec le pouvoir adjudicateur. Les opérations correspondantes constituent des prestations spéciales (voir 1.4.2.1).

1.3.5. Coupe-feu

Le type et la mise en œuvre des calfeutremments coupe-feu autour des équipements techniques doit tenir compte des spécifications du fabricant de ces équipements et de leurs certificats d'homologation.

1.3.6. Installation de chantier

- 1.3.6.1. Le pouvoir adjudicateur met à disposition de l'opérateur économique, pour la durée de ses travaux, une aire aménagée permettant la mise en place de conteneurs pour le stockage des outillages, des matériaux et du matériel.
- 1.3.6.2. Le pouvoir adjudicateur met à disposition de l'opérateur économique, pour la durée de ses travaux, une aire aménagée permettant la mise en place de conteneurs pour les besoins du personnel (par exemple : vestiaires, réfectoire, WC, douches etc.).
- 1.3.6.3. Dans le cas où la mise à disposition d'une telle aire n'est pas possible ou disproportionnée, le pouvoir adjudicateur peut mettre à disposition de l'opérateur économique, pour la durée des travaux, des installations communes ou des locaux à l'intérieur du bâtiment.
- 1.3.6.4. Les dispositions particulières relatives à l'installation de chantier sont reprises dans les clauses techniques particulières.

1.4. Prestations spécifiques

1.4.1. Prestations auxiliaires

Les prestations auxiliaires **font partie intégrante des prix unitaires**, à moins de faire l'objet de positions distinctes du cahier des charges, à chiffrer.

Elles comprennent notamment les prestations ci-dessous :

- 1.4.1.1. Nettoyage du subjectile, hors prestations prévues au paragraphe 1.4.2.2.
- 1.4.1.2. Protection des éléments de construction et équipements contre les salissures et dommages éventuels au cours des travaux d'isolation ou de coupe-feu (recouvrir les éléments à protéger, les emballer, les décrocher), à l'exception des mesures de protection prévues en 1.4.2.3.
- 1.4.1.3. Réalisation d'isolations et de protections coupe-feu en plusieurs deux phases afin de permettre le travail d'autres entreprises, dans la mesure où les prestations de l'opérateur économique peuvent s'enchaîner avec des travaux d'isolation et de coupe-feu de même nature. Si ces conditions ne sont pas satisfaites, il s'agit alors de prestations spéciales comme indiqué en 1.4.2.5.

- 1.4.1.4.** Mise à disposition, montage, transformation et démontage des échafaudages pour les besoins du lot, dans la mesure où les surfaces à traiter sont situées à moins de 3,50 m au-dessus du sol d'assise de l'échafaudage.
- 1.4.1.5.** Rattrapage de niveau jusqu'à 40 cm dans le cas où l'assise de l'échafaudage est inclinée ou à redents, par exemple dans le cas d'escaliers ou de rampes.
- 1.4.1.6.** Compilation des fiches techniques et des fiches de données de sécurité des produits utilisés.
- 1.4.1.7.** Copies des certificats d'essais et attestations des fabricants prescrits et autres preuves et déclarations de conformité.
- 1.4.1.8.** Aménagement des aires de stockage ou, le cas échéant, des locaux mis à disposition par le pouvoir adjudicateur pour le stockage des outillages, des matériaux et du matériel (voir point 1.3.6).

1.4.2. Prestations spéciales

Les prestations spéciales **ne font pas partie intégrante des prix unitaires**. Elles ne sont pas à fournir, à moins de faire l'objet de positions distinctes du cahier des charges, à chiffrer.

Elles comprennent notamment les prestations ci-dessous :

- 1.4.2.1.** Mesures pour la protection contre des conditions ambiantes (intérieures ou extérieures) inadaptées selon 1.3.4 - mise à l'abri ou chauffage des installations pendant l'exécution des travaux, par exemple.
- 1.4.2.2.** Nettoyage des subjectiles afin d'éliminer les salissures importantes – résidus de plâtre, de mortier, de peinture ou huile, par exemple - dès lors que celles-ci ne sont pas imputables à l'opérateur économique.
- 1.4.2.3.** Mesures particulières pour la protection des éléments de construction, équipements et ouvrages d'accompagnement : application d'un film ou d'un ruban adhésif sur les fenêtres, portes, sols, revêtements, escaliers, boiseries, toitures, surfaces finies, mise à l'abri de la poussière des appareils et équipements techniques fragiles (par application d'un film collé), montage de cloisons provisoires (pour protection contre la poussière), parapluies, pose de panneaux de fibres durs ou de films de protection, par exemple.
- 1.4.2.4.** Isolation ultérieure de certaines parties de l'installation, par exemple de soudures, pendants ou supports provisoires, dans la mesure où cela n'est pas à la charge de l'opérateur économique.

- 1.4.2.5.** Réalisation d'isolations et de protections coupe-feu en plusieurs phases afin de permettre le travail d'autres entreprises, dans la mesure où les prestations de l'opérateur économique ne peuvent s'enchaîner avec des travaux d'isolation et de coupe-feu de même nature (voir point 1.4.1.3).
- 1.4.2.6.** Pour les isolations, la réalisation et la mise en œuvre des :
- Fixations pour structures porteuses ;
 - armatures ou fixations pour les revêtements de conduits aérauliques ne pouvant être enveloppés sur tous les côtés ;
 - protections contre les contacts (risques de brûlures...) ;
 - revêtements de section autre que circulaire ou rectangulaire ;
 - découpes lorsqu'elles sont nécessaires pour des raisons techniques, par exemple aux pénétrations ou en cas de difficultés de mise en place ;
 - configurations en forme de triches de l'anneau circulaire supérieur, y compris les joints en tant que double pli ou profil ondulé de roue dentée ;
 - supports de boîtiers ;
 - rétrécissements de l'enveloppe et des anneaux circulaires ;
 - découpes supplémentaires pour les capots et boîtiers, lorsque le nombre de découpes nécessaires est supérieur à deux pour les boîtiers de brides et à trois pour les boîtiers de vannes et les capots ;
- 1.4.2.7.** Prestations relatives au calorifugeage (chaud / froid), à l'isolation acoustique et à la protection coupe-feu lorsque les distances minimales de la norme DIN 4140 ne sont pas respectées.
- 1.4.2.8.** Etablissement de bilans acoustiques et thermiques et de calculs statiques.
- 1.4.2.9.** Fourniture du dossier des ouvrages exécutés.
- 1.4.2.10.** Mise à disposition, montage, transformation et démontage des échafaudages pour les besoins du lot, pour la mise en œuvre d'éléments dont la hauteur de fixation dépasse 3,50 m au-dessus du sol d'assise de l'échafaudage.
- 1.4.2.11.** Mise à disposition, montage, transformation et démontage des échafaudages dans le cas d'une assise inclinée ou à redents, par exemple dans le cas d'escaliers ou de rampes, lorsque le rachat de niveau est supérieur à 40 cm.
- 1.4.2.12.** Travaux d'isolation et de coupe-feu lorsque les fixations sont situées à une hauteur comprise entre 3,5 m et 6 m.
- 1.4.2.13.** Travaux d'isolation et de coupe-feu lorsque les fixations sont situées à une hauteur comprise entre 6 m et 10 m.

- 1.4.2.14.** Travaux d'isolation et de protection incendie lorsque les fixations sont situées à une hauteur supérieure à 10 m.
- 1.4.2.15.** Mise à disposition de locaux pour le personnel et le matériel lorsque le pouvoir adjudicateur ne met pas à disposition de locaux pouvant être facilement fermés à clé ou d'aire aménagée pour pouvoir installer des conteneurs (voir 1.4.1.8.).

1.5. Décompte

- Les fiches détaillées des heures de régie sont à présenter pour signature au pouvoir adjudicateur dans un délai de 10 jours ouvrables.

1.5.1. Généralités

La quantification des prestations, qu'elle se fasse à partir de plans ou à partir de métrés, doit être établie sur la base des dimensions finies :

- des isolants ;
- des revêtements ;
- pour les isolants avec revêtement de protection : du revêtement ;
- des peintures et vernis intumescents ;
- des matériaux de protection incendie rapportés (en plaques ou projetés) ;
- blindage des zones de chauffage et de refroidissement pour le traçage et le refroidissement ou pour les compensateurs ;
- des capots et boîtiers.

La quantification des prestations se fait en appliquant les règles de simplification (vide pour plein) et les règles particulières énoncées ci-après.

Les couches d'isolation, les blindages, les enrobages et les revêtements coupe-feu sont mesurés côté extérieures.

1.5.2. Détermination des dimensions / quantités

- 1.5.2.1.** Si la quantification des prestations est effectuée à partir de plans, il est possible de s'appuyer en complément sur les nomenclatures de pièces.

1.5.2.2. Décompte selon les longueurs

La longueur à prendre en compte est la plus grande longueur, mesurée dans le sens longitudinal : longueur de l'extrados pour les tuyauteries et les conduits circulaires ou rectangulaires, par exemple, longueur de la plus grande génératrice pour les réductions, longueur de la portée pour les calfeutremments.

Dans le cas d'un décompte selon les longueurs, celles-ci doivent être mesurées dans le sens longitudinal, en retenant la plus grande longueur, par exemple :

- dans le cas des tuyauteries et des conduits cylindriques : en suivant l'extrados (Figures 1 et 2) ;
- dans le cas des conduits rectangulaires : en suivant l'extrados (Figures 3 et 4) ;
- dans le cas des réductions, en suivant la génératrice la plus longue (Figure 5) ;
- dans le cas de calfeutrements, en suivant la portée (Figure 6).

1.5.2.2.1. Longueur mesurée dans le sens longitudinal



Figure 1 :
 $L = l$

1.5.2.2.2. Longueur suivant l'extrados

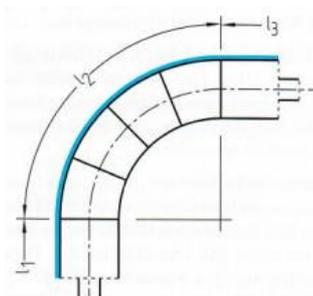


Figure 2 :
 $L = l_1 + l_2 + l_3$

1.5.2.2.3. Longueur suivant l'extrados

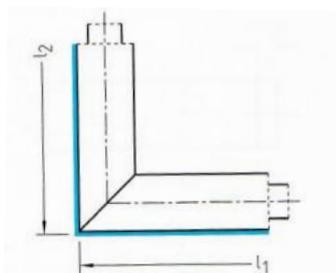


Figure 3 :
 $L = l_1 + l_2$

1.5.2.2.4. Longueur suivant les extrados

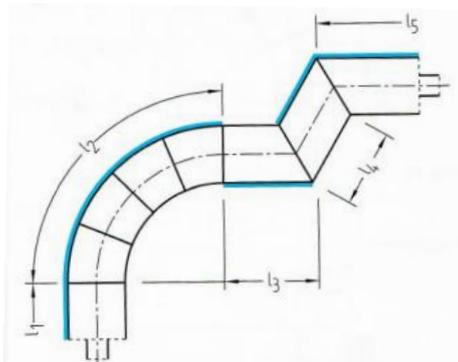


Figure 4 :
 $L = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5$

1.5.2.2.5. Longueur suivant la plus grande génératrice (cas des réductions, par ex.)

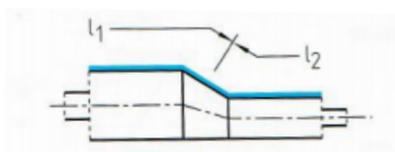


Figure 5 :
 $L = l_1 + l_2$

1.5.2.2.6. Longueur suivant la portée du calfeutrement

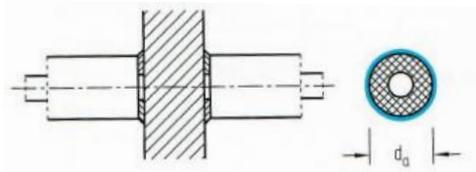


Figure 6 :
 $L = d_a \cdot 3,14$

1.5.2.3. Aux arrêts, la longueur, par exemple de l'isolation des tuyauteries et de leur revêtement, est mesurée jusqu'à dans l'axe de la paire de brides, du raccord vissé ou de la soudure. Il en est de même pour les accessoires d'une longueur unitaire > 300 mm.

Dans le cas d'un arrêt sur brides, la longueur est mesurée jusqu'à dans l'axe de la paire de brides.

Arrêt sur brides

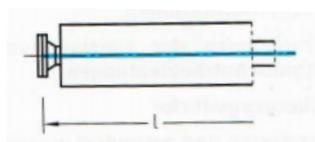


Figure 7 :
 $L = l$

Dans le cas d'accessoires soudés, la longueur est mesurée jusqu'à la soudure.

Accessoire soudé

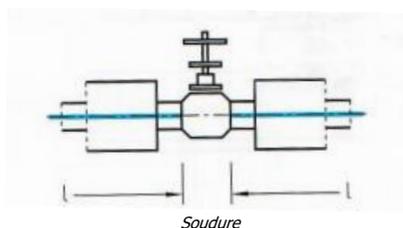


Figure 8 :
 $L_{\text{ànge}} = 2 \cdot l$

- 1.5.2.4.** Dans le cas d'un décompte selon les longueurs, les **réductions** sont imputées, pour chacune de leur demi-longueur, aux dimensions et épaisseurs d'isolant ou au périmètre de revêtement du tuyau adjacent correspondant.

Dans le cas d'un décompte selon les longueurs, les réductions sont considérées en prenant la longueur de la plus grande génératrice, mesurée à l'extérieur, chaque demi-longueur étant imputée à l'isolant (dimensions et épaisseur) ou au revêtement (périmètre) des tuyaux adjacents (Figure 9).

Réduction

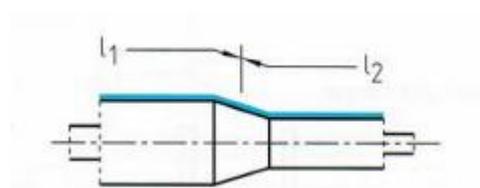


Figure 9

- 1.5.2.5.** Dans le cas de **nappes de tuyauteries** isolées individuellement, on compte l'isolation pour chaque tuyauterie, plus une fois le revêtement de l'ensemble. Il en est de même de la protection coupe-feu.

Dans le cas de nappes de tuyauteries isolées individuellement, on compte l'isolation séparément pour chaque tuyauterie. Le revêtement de l'ensemble n'est compté qu'une seule fois. Il en est de même pour la protection coupe-feu (Figure 10).

Nappe de tuyauteries

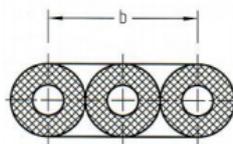


Figure 10 :
 $A_{Dämmung} = U \cdot l \cdot 3$
 $A_{Ummantelung} = U + 2 \cdot b \cdot l$

1.5.2.6. Dans le cas de **nappes de tuyauteries** dont les tuyaux ne sont pas isolés individuellement, on compte l'isolant et le revêtement de l'ensemble. Il en est de même pour la protection coupe-feu.

1.5.2.7. Décompte selon les surfaces

Dans le cas d'un décompte selon les surfaces, l'isolation extérieure est comptée en prenant la plus grande surface finie du revêtement ou de l'isolation. Pour les isolations intérieures, on prend en compte la surface avant mise en œuvre de l'isolant. Il en est de même pour la protection coupe-feu.

1.5.2.7.1. Isolation extérieure

Dans le cas d'un décompte selon les surfaces et pour les isolations extérieures, on tient compte de la plus grande surface finie de l'isolant, du revêtement ou de la protection coupe-feu.

Isolation extérieure

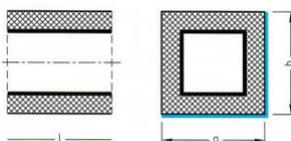


Figure 11 :
 $A = 2 \cdot (a + b) \cdot l$

1.5.2.7.2. Isolation intérieure

– Dans le cas d'une isolation intérieure, on tient compte des surfaces avant mise en œuvre de l'isolant, du revêtement ou de la protection coupe-feu.

Isolation intérieure

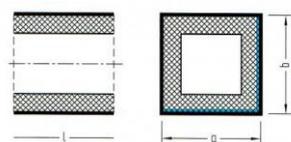


Figure 12 :
 $A = 2 \cdot (a + b) \cdot l$

1.5.2.7.3. Les isolants, les revêtements et les matériaux coupe-feu mis en œuvre autour de conduits sont comptés en prenant les surfaces extérieures. La surface au droit des coudes ou autres pièces de forme des conduits est déterminée en prenant le plus grand périmètre et la plus grande longueur.

Dans le cas d'un décompte selon les surfaces, les isolants, les revêtements et les matériaux coupe-feu mis en œuvre autour des conduits sont comptés en prenant les dimensions des surfaces extérieures. La surface au droit des coudes et autres pièces de forme des conduits est déterminée en prenant le plus grand périmètre et la plus grande longueur (Figures 13 et 14).

Isolant, revêtement et protection coupe-feu autour des conduits et des pièces de forme

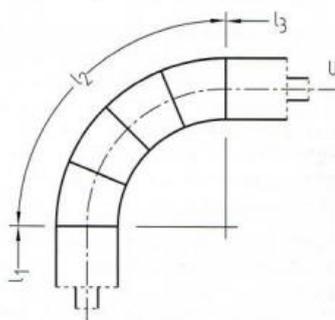


Figure 13 :
 $A = U \cdot (l_1 + l_2 + l_3)$

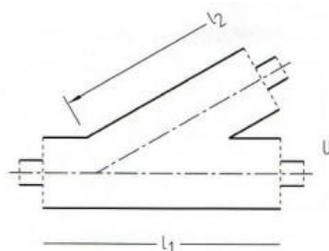


Figure 14 :
 $A = U \cdot (l_1 + l_2)$

1.5.2.7.4. Les surfaces des **fonds circulaires**, hors viroles, sont déterminées de la manière suivante :

Fond plat :	$A = 0,079\ 6\ U^2$
Fond conique ($h : d_a < 1 : 10$):	$A = 0,082\ U^2$
Fond bombé ($d_a \leq 10,00\ m$) :	$A = 0,082\ U^2$
Fond bombé ($d_a > 10,00\ m$) :	$A = 0,079\ 6\ U^2 + 3,14\ h^2$
Fond bombé de forme hémisphérique :	$A = 0,159\ 1\ U^2$
Fond bombé en segments :	$A = 0,109\ U^2$

avec :

- A surface du fond (m²)
- d_a diamètre extérieur du fond (m)
- U périmètre extérieur du fond (m)
- h hauteur du cône ou de la calotte (m)

Dans le cas d'un décompte selon les surfaces, les surfaces des fonds circulaires, hors viroles, sont déterminées de la manière suivante :

Fond plat

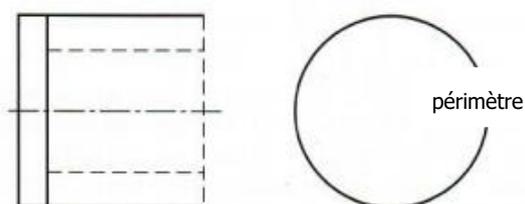


Figure 15 :
 $A = 0,0796 \cdot U^2$

Fond conique (h : d_a < 1 : 10)

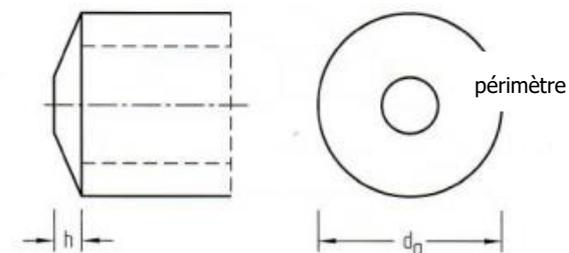


Figure 16 :
 $A = 0,082 \cdot U^2$

Fond bombé (d_a ≤ 10,00 m)

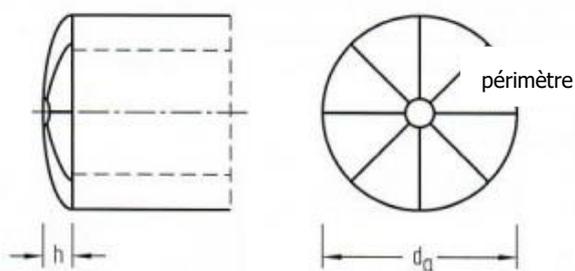


Figure 17 :
 $A = 0,082 \cdot U^2$

Fond bombé ($d_a > 10,00$ m)

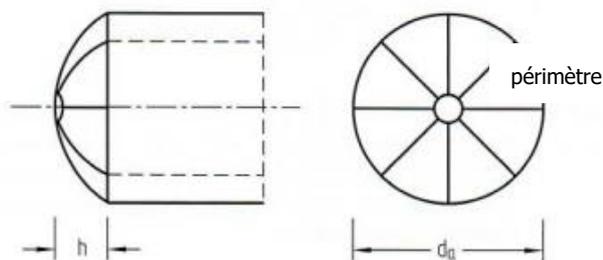


Figure 18 :
 $A = 0,0796 \cdot U^2 + 3,14 \cdot h^2$

Fond bombé de forme hémisphérique

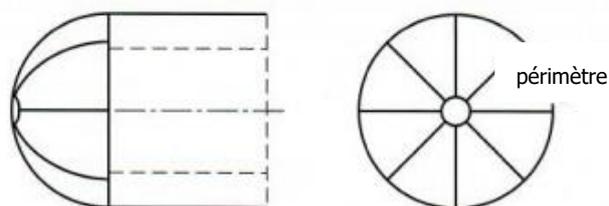


Figure 19 :
 $A = 0,1591 \cdot U^2$

Fond bombé en segments

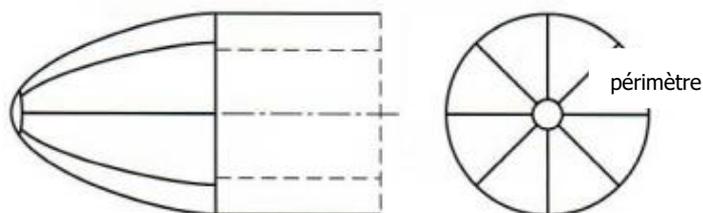


Figure 20 :
 $A = 0,109 \cdot U^2$

1.5.3. Règles « vide pour plein »

1.5.3.1. Dans le cas d'un décompte selon les longueurs

Ne sont pas déduits :

- les interruptions des isolants, revêtements et matériaux coupe-feu, par exemple au passage de parois verticales, des plafonds, des poutrelles métalliques ou autres éléments constructifs, lorsque la longueur de l'interruption est ≤ 270 mm ;
- les interruptions des isolants, revêtements et matériaux coupe-feu dues à la présence d'appareils ou d'accessoires tels que pompes, vannes d'arrêts, soupapes, lorsque la longueur de l'interruption est ≤ 270 mm ;
- les assemblages par brides, raccords vissés et soudures.

1.5.3.1.1. Lorsque leur longueur unitaire est supérieure à 270 mm, les interruptions des isolants, revêtements et matériaux coupe-feu, par exemple au passage des parois verticales, plafonds, poutrelles métalliques et autres éléments de construction, sont déduites.

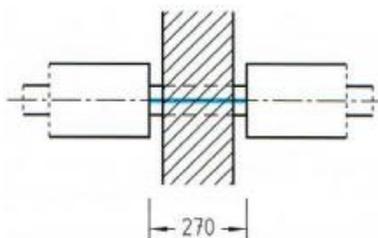


Figure 21

1.5.3.1.2. Les interruptions des isolants, revêtements et matériaux coupe-feu dues à la présence d'une succession de deux ou plusieurs accessoires assemblés au moyen de raccords vissés sont déduites.

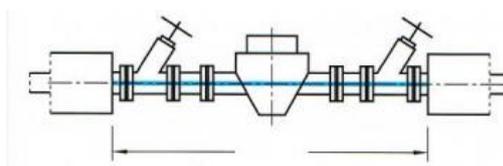


Figure 22

1.5.3.1.3. Les assemblages par brides et les raccords vissés **sont déduits**

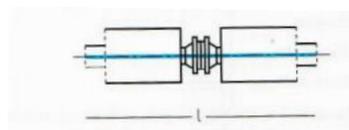


Figure 23 :
L = l

1.5.3.2. Dans le cas d'un décompte selon les surfaces

Ne sont pas déduits :

- les évidements et découpes d'une surface unitaire $\leq 0,50 \text{ m}^2$ (correspond à un carré de $\approx 70 \text{ cm}$ de côté ou un cercle de $\approx 80 \text{ cm}$ de diamètre) ;
- les découpes qui ne peuvent être réalisées qu'au moment ou après la mise en œuvre des isolants, revêtements ou matériaux coupe-feu;
- les traversées coupe-feu ;
- les brides des conduits aérauliques.

1.5.3.2.1. Dans le cas d'un décompte selon les surfaces, les évidements et découpes d'une surface unitaire supérieure à 0,50 m² sont déduites.

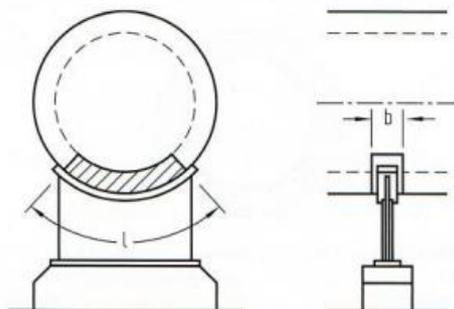


Figure 24 :

$$A_{\text{découpe}} = l \cdot b > 0,50 \text{ m}^2; \text{ est déduite}$$

1.5.3.2.2. Dans le cas d'un décompte selon les surfaces, les découpes qui ne peuvent être effectuées qu'au moment ou après la mise en œuvre des isolants, des revêtements ou des matériaux coupe-feu ne sont pas déduites, quelles que soient leurs dimensions, et sont comptées séparément

1.5.3.3. Dans le cas d'un décompte selon les volumes

Ne sont pas déduits :

- les volumes des tuyaux d'un diamètre extérieur ≤ 12 cm ou, pour les autres conduits, d'une section ≤ 125 cm² ;
- les traversées coupe-feu.

1.5.3.3.1. Les volumes des conduites dont le diamètre extérieur est supérieur à 12 cm sont déduits.

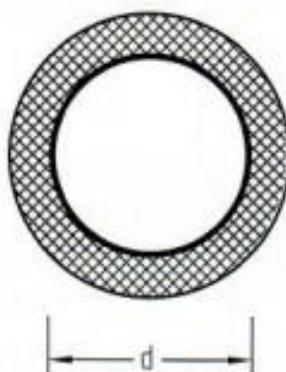


Figure 25 :

$$d > 12 \text{ cm}$$

1.5.3.3.2. Le volume des autres conduits de plus de 125 cm de côté est déduit.

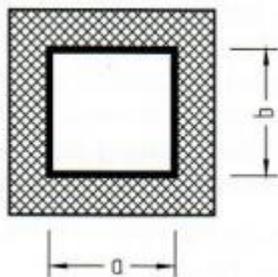


Figure 26 :

$$A_{\text{section transversale}} = a \cdot b > 125 \text{ cm}^2; \text{ est déduite}$$

1.5.3.3.3. Le volume des traversées coupe-feu **n'est pas déduit**, quelles que soient les dimensions.

Traversée coupe-feu

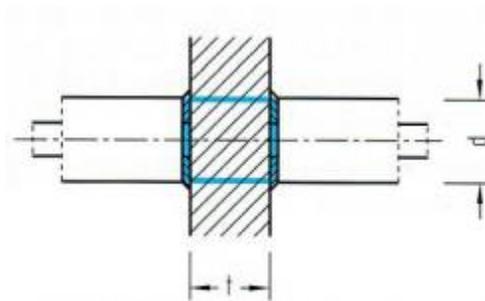


Figure 27 :

$$V = d \cdot 3,14 \cdot t; \text{ n'est pas déduit}$$

1.5.4. Règles particulières

1.5.4.1. Isolant avec revêtement

Dans le cas des isolants comportant un revêtement ou des matériaux coupe-feu, on tient compte des dimensions du revêtement.

1.5.4.2. Décompte spécifique

Qu'ils soient déduits ou non, les éléments ci-après sont comptés séparément:

- méplats ;
- supports ;
- doublages ;
- découpes ;
- caches, rosaces ;
- coudes ;
- couvercles ;
- habillages intérieurs ;

- arrêts des revêtements des isolants et des protections coupe-feu, par exemple bords rabattus
- culottes ;
- casses ;
- coudes de réduction ;
- réductions ;
- collerettes ;
- resserrements d'enveloppe ;
- manchettes ;
- bavettes ;
- fonds ;
- piquages ;
- armatures ;
- découpes des revêtements et des protections coupe-feu ;
- pièces de transformation ;
- raccords de la protection coupe-feu à des éléments (sol, plafond, mur) adjacents.

1.5.4.2.1. Méplats

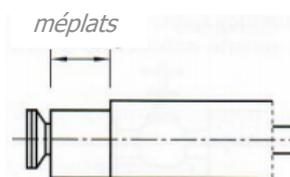


Figure 28

1.5.4.2.2. Découpes

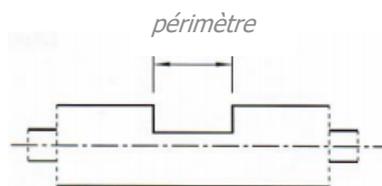


Figure 29

1.5.4.2.3. Caches, rosaces, couvercles

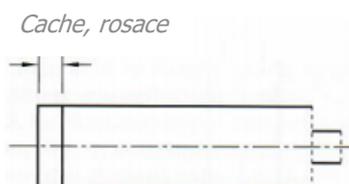


Figure 30

1.5.4.2.4. Coudes

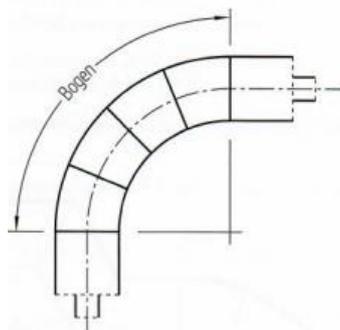


Figure 31

1.5.4.2.5. Arrêts



Figure 32

1.5.4.2.6. Culottes

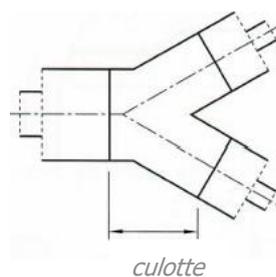


Figure 33

1.5.4.2.7. Casses

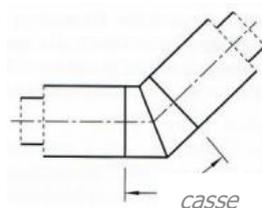


Figure 34

1.5.4.2.8. Coudes de réduction

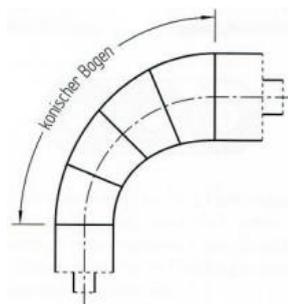


Figure 35

1.5.4.2.9. Réductions

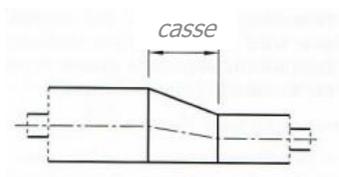
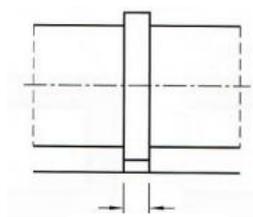


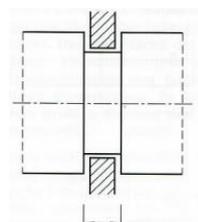
Figure 36

1.5.4.2.10. Collerettes



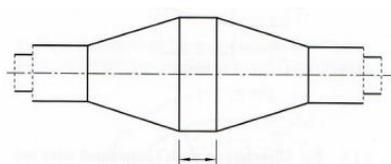
collerette
Figure 37

1.5.4.2.11. Resserrements d'enveloppes



resserrement
Figure 38

1.5.4.2.12. Manchettes



Manchette
Figure 39

1.5.4.2.13. Piquages

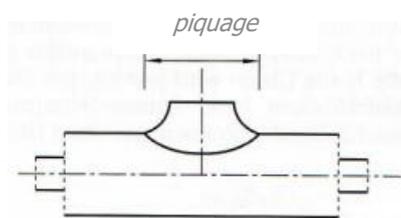
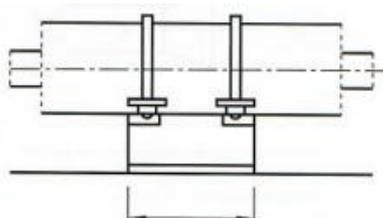


Figure 40

1.5.4.2.14. Supports



support
Figure 41

1.5.4.2.15. Découpes des revêtements et des matériaux coupe-feu

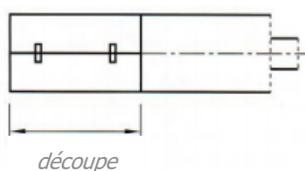
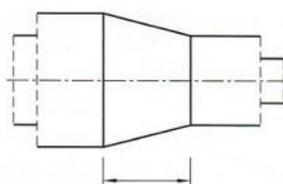


Figure 42

1.5.4.2.16. Pièces de transformation



cône
Figure 43

1.5.4.3. Boîtiers

Dans le cas des boîtiers de brides, la prestation intègre deux découpes. Dans le cas de boîtiers de vannes, elle intègre trois découpes. Toute découpe supplémentaire est comptée séparément.

1.5.4.4. Conduits aérauliques et conduits coupe-feu isolables

Les pièces de forme du Tableau 2 et les pièces de forme du Tableau 1 (groupes F1 à F5 - voir 2.3.2) dont la surface hors isolant est < 1,00 m² sont comptées pour 1,00 m².

Les périmètres et longueurs seront déterminés à l'aide des formules du Tableau 2.

2. Recommandations pour l'élaboration du cahier des charges

Le cahier des charges doit, selon les besoins et selon le cas, comporter notamment les informations suivantes :

2.1. Informations relatives au chantier

- 2.1.1. Emplacement des parties d'installations destinées à recevoir l'isolation ou la protection coupe-feu, en faisant la distinction selon, par exemple, la hauteur au-dessus du plancher de travail ou l'étage.
- 2.1.2. Nature, emplacement, dimensions, forme et dates du montage et du démontage des échafaudages mis à disposition de l'opérateur économique.

2.2. Informations relatives à l'exécution

- 2.2.1. Nature et dimensions des parties d'installations destinées à recevoir l'isolation ou la protection coupe-feu, et nature des matériaux composant ces parties d'installations - numéro de l'acier et protection anticorrosion, par exemple.
- 2.2.2. Nature, épaisseur et qualité des isolants selon la norme DIN 4140 « Dämmarbeiten an betriebstechnischen Anlagen in der Industrie und in der technischen Gebäudeausrüstung - Ausführung von Wärme- und Kälte-dämmungen ».
- 2.2.3. Nature, dimensions, matériaux et configuration des revêtements et des isolations coupe-feu.
- 2.2.4. Propriétés particulières des matériaux, telles que comportement au feu, traitement hydrofuge, absence de silicone, teneur en ions chlorure, teneurs en sels minéraux.
- 2.2.5. Spécifications applicables aux systèmes d'isolation et les systèmes coupe-feu en matière de protection incendie, isolation thermique (chaud / froid) et acoustique, protection contre l'humidité et protection contre les rayonnements. Classement de résistance au feu selon DIN 4102 (toutes parties) « Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen » et ILNAS EN 13501 (toutes parties) « Classement au feu des produits et éléments de construction ».
- 2.2.6. Protection de l'isolation contre les actions mécaniques et autres actions extérieures. Exigences résultant des charges de vent et des concepts de prévention des risques et de protection incendie.
- 2.2.7. Conditions à remplir pour l'évaluation et la réalisation des isolations - température de fonctionnement, température ambiante, température en cas d'incident de fonctionnement, par exemple.

- 2.2.8.** Espaces présentant des contraintes et des difficultés particulières - espaces de travail exigus, distances inférieures aux distances minimales de la DIN 4140, par exemple.
- 2.2.9.** Contraintes relatives à l'exécution - interdiction de travaux de soudage ou de perçage, interdiction de contact métallique direct avec l'objet, par exemple -, et limitation du poids des systèmes d'isolation et coupe-feu.
- 2.2.10.** Conditions d'exploitation de l'installation selon DIN 4140 - régime de température continu, intermittent, alterné, par exemple.
- 2.2.11.** Actions physiques ou chimiques particulières auxquelles les matériaux et les composants sont exposés une fois mis en œuvre - vibrations et environnement agressif (eau, sol, ou gaz), par exemple.
- 2.2.12.** Prescriptions du pouvoir adjudicateur en matière d'exécution.
- 2.2.13.** Pour les travaux d'isolation, nombre, nature, position et dimensions :
- des méplats ;
 - des doublages pour les brides de conduits aérauliques ;
 - des doublages des supports ;
 - des découpes ;
 - des caches et rosaces ;
 - des coudes ;
 - des couvercles ;
 - des habillages intérieurs ;
 - des arrêts des revêtements des isolants et des protections coupe-feu, par exemple bords rabattus ;
 - des boîtiers des supports;
 - des capots ;
 - des culottes ;
 - des boîtiers ;
 - des casses ;
 - des coudes de réduction ;
 - des réductions ;
 - des collerettes ;
 - des resserrements d'enveloppes ;
 - des manchettes ;
 - des bavettes ;
 - des fonds ;
 - des piquages ;
 - des armatures ;
 - des découpes des revêtements et des protections coupe-feu ;

- des pièces de transformation ;
 - des raccordements de la protection coupe-feu à des éléments adjacents (sol, plafond, mur) ;
 - des longueurs unitaires < 2,00 m, par exemple dans le cas de travaux de protection coupe-feu ;
 - des surfaces unitaires < 5,00 m², par exemple dans le cas de travaux de protection coupe-feu ;
 - des éléments de protection coupe-feu tels que trappes de visite, traversées de parois ;
 - des fourreaux coupe-feu de part et d'autre d'un mur ou d'un plancher.
- 2.2.14.** Pour les travaux de protection coupe-feu : nombre, nature, position et dimensions des éléments à protéger, des évidements à obturer ainsi que des accessoires, pendants et constructions particulières.
- 2.2.15.** Nombre, nature, position, dimensions et configuration des terminaisons et des raccordements sur ouvrages adjacents.
- 2.2.16.** Protection d'éléments de construction, d'équipements, d'ouvrages d'accompagnement etc.
- 2.2.17.** Exécution anticipée ou différée d'une ou plusieurs parties de la prestation.

2.3. Unités de décompte

Dans le bordereau de prix, les unités de décompte à prévoir, selon la nature des matériaux, les épaisseurs d'isolant et le type de revêtement, sont les suivantes :

- 2.3.1.** Longueurs(m), avec distinction selon le diamètre, le périmètre ou la forme de la section transversale :
- isolants et revêtements de tuyauteries et de pendants ;
 - protections des systèmes de traçage /de refroidissement et des compensateurs de dilatation ;
 - calfeutrements des joints entre tuyaux, accessoires etc. et portées des ouvertures, par exemple entre clapets coupe-feu et portées ;
 - systèmes de protection coupe-feu appliqués aux tuyauteries et aux conduits aérauliques ;
 - doublages pour les brides des conduits aérauliques.
- 2.3.2.** Surfaces (m²), avec distinction selon le type d'installation, les dimensions et les groupes du Tableau 1 :
- isolants et revêtements mis en œuvre sur :
 - des surfaces planes ;
 - des conduits aérauliques droits ;
 - des coudes et autres pièces de forme des conduits aérauliques ;

- des appareils, réservoirs, colonnes et citernes ;
- des collecteurs /répartiteurs ;
- protections des systèmes de traçage / refroidissement et des compensateurs de dilatation,
- boîtiers et capots d'une surface > 1,00 m²,
- traversées coupe-feu d'une surface > 1,00 m².

Tableau 1 – classes pour le décompte

pour les conduits aérauliques de section rectangulaire et leurs pièces de forme telles que plaques d'extrémité, trappes, cloisons et recouvrements, manchettes, aubes directrices

N°	Conduits de ventilation	Pièces de forme	Longueur du plus grand côté de la section, hors isolant mm
	classes pour le décompte		
1	L 1	F 1	≤ 500
2	L 2	F 2	> 500 et ≤ 1 000
3	L 3	F 3	> 1 000 et ≤ 1 500
4	L 4	F 4	> 1 500 et ≤ 2 000
5	L 5	F 5	> 2 000

Figure 44 : Tableau pour décomptes

- 2.3.3.** Volumes (m³), avec distinction selon la nature de l'installation et les dimensions : isolants en mousse, isolants en vrac et garnitures coupe-feu dans les interstices, gaines, ainsi que dans les vides autour d'appareils, de réservoirs, de colonnes et de cuves.
- 2.3.4.** Unités (u), avec distinction selon le diamètre, la longueur, le périmètre, le rayon ou l'angle des coudes ou tout autre facteur ayant une incidence sur le coût de la prestation, tels que raccordements ou traversées de sections particulières, piquages avec des angles différents :
- méplats ;
 - doublages pour les brides des conduits aérauliques ;
 - doublages pour les supports ;
 - découpes ;
 - caches, rosaces ;
 - coudes ;
 - couvercles ;

- habillages intérieurs ;
- arrêts des revêtements des isolants et des protections coupe-feu, par exemple bords rabattus ;
- boîtiers des supports;
- capots d'une surface $\leq 1,00 \text{ m}^2$,
- culottes ;
- boîtiers d'une surface $\leq 1,00 \text{ m}^2$,
- casses ;
- coudes de réduction ;
- réductions ;
- collerettes ;
- resserrements d'enveloppes ;
- manchettes ;
- bavettes ;
- fonds ;
- piquages ;
- armatures ;
- découpes des revêtements et des protections coupe-feu ;
- pièces de transformation ;
- raccords de la protection coupe-feu à des éléments adjacents (sol, plafond, mur) ;
- longueurs unitaires $< 2,00 \text{ m}$, par exemple dans le cas de travaux de protection coupe-feu ;
- surfaces unitaires $< 5,00 \text{ m}^2$, par exemple dans le cas de travaux de protection coupe-feu ;
- éléments de protection coupe-feu tels que trappes de visite, traversées de parois ;
- fourreaux coupe-feu de part et d'autre d'un mur ou d'un plancher ;

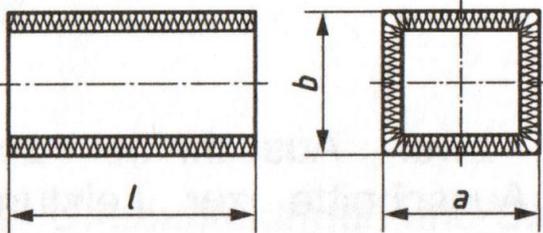
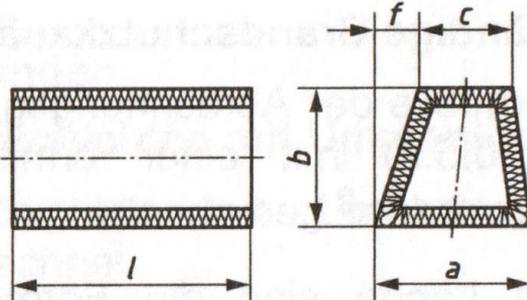
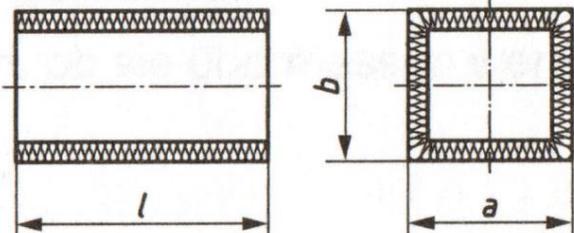
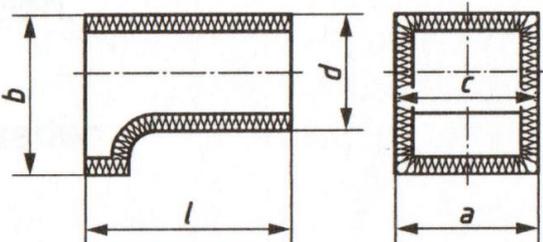
- calfeutremments de pénétrations d'une surface $< 1,00 \text{ m}^2$, en faisant la distinction selon l'importance,

par ex :

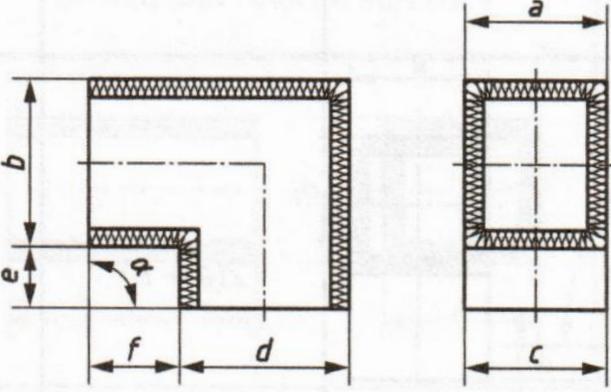
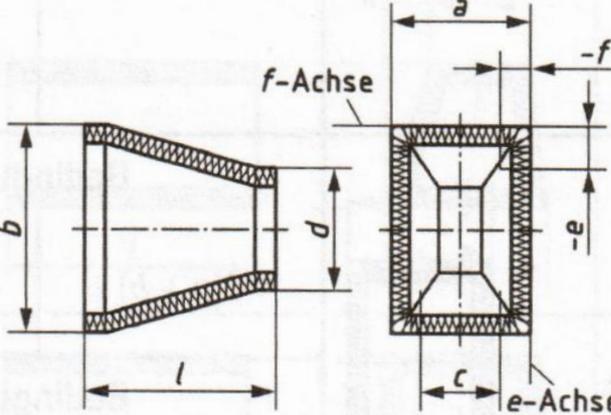
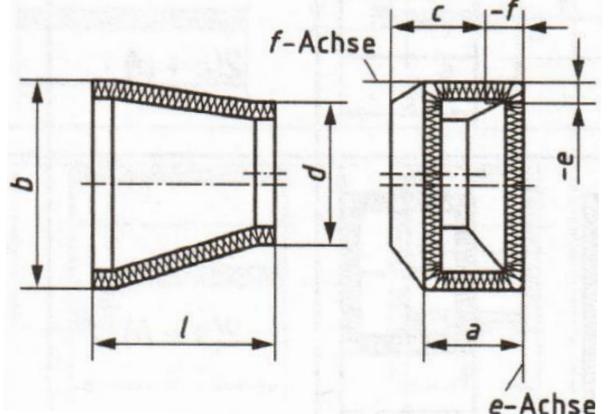
- $\leq 0,01 \text{ m}^2$;
- $> 0,01 \text{ m}^2 \leq 0,025 \text{ m}^2$;
- $> 0,025 \text{ m}^2 \leq 0,05 \text{ m}^2$;
- $> 0,05 \text{ m}^2 \leq 0,075 \text{ m}^2$;
- $> 0,075 \text{ m}^2 \leq 0,10 \text{ m}^2$;
- $> 0,10 \text{ m}^2 \leq 0,25 \text{ m}^2$;
- $> 0,25 \text{ m}^2 \leq 0,50 \text{ m}^2$;
- $> 0,50 \text{ m}^2 \leq 0,75 \text{ m}^2$;
- $> 0,75 \text{ m}^2 < 1,00 \text{ m}^2$.

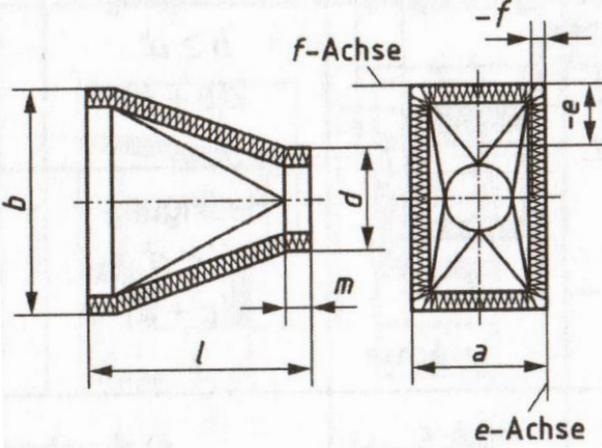
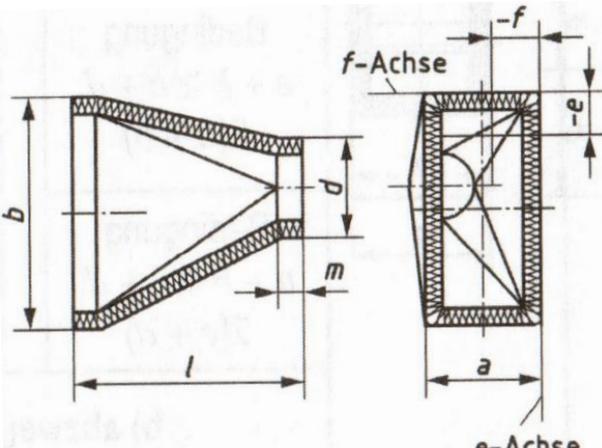
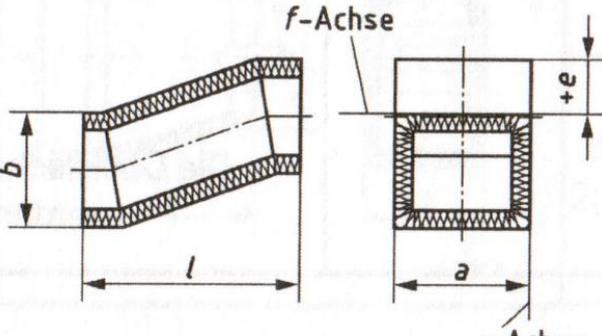
3. ANNEXE

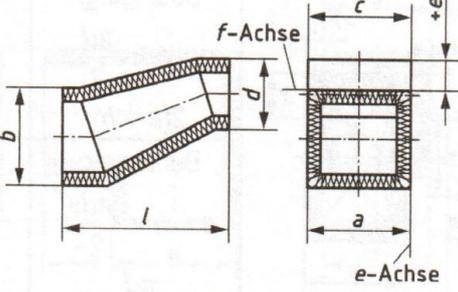
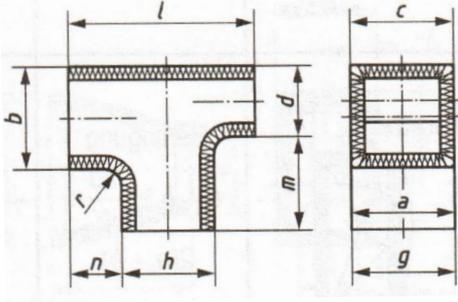
3.1. Tableau 2 – Conduits aérauliques et pièces de forme, plus grands périmètres, plus grandes longueurs et surfaces, isolation comprise

N°	Désignation Symbole Dimensions ¹⁾	Croquis, dimensions	Plus grand périmètre $U_{\max}^{2)}$	Plus grande longueur a à c ou $\varnothing d$ $l_{\max}^{2)}$
1	Conduit L $l > 900$		$2 \cdot (a + b)$	l pour longueur de montage: $l + 200$
2	Conduit trapézoïdal TL $f = f_{\max}$		$a + c + \sqrt{b^2 + f^2}$ $+ \sqrt{(a - c - f)^2 + b^2}$	l
3	Tronçon de conduit LT $l \leq 900$		$2 \cdot (a + b)$	l
4	Manchon de transition SU $l \leq 900$ $c = a$		$2 \cdot (a + b)$	$\sqrt{(l^2 + (b - d)^2)}$

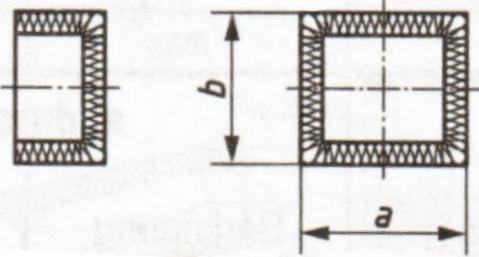
N°	Désignation Symbole Dimensions ¹⁾	Croquis, dimensions	Plus grand périmètre $U_{\max}^{2)}$	Plus grande longueur a à c ou $\varnothing d$ $l_{\max}^{2)}$
6	Coude symétrique BS $e \leq 500$ $f \leq 500$		$2 \cdot (a + b)$	$\frac{\alpha \cdot \pi(r + b)}{180} + e + f$
7	Coude réduit BA $c = a$ $e \leq 500$ $f \leq 500$		$2 \cdot (a + b)$	si $b \geq d$: $\frac{\alpha \cdot \pi(r + b)}{180} + e + f$
			$2 \cdot (c + d)$	si $b < d$: $\frac{\alpha \cdot \pi(r + d)}{180} + e + f$
8	Coude d'équerre symétrique WS $e \leq 500$ $f \leq 500$		$2 \cdot (a + b)$	$2 \cdot b + e + f$

N°	Désignation Symbole Dimensions ¹⁾	Croquis, dimensions	Plus grand périmètre $U_{\max}^{2)}$	Plus grande longueur a à c ou $\varnothing d$ $l_{\max}^{2)}$
9	Coude d'équerre réduit WA $r = 0^\circ$ $e \leq 500$ $f \leq 500$		<p>si $b \geq d$: $2 \cdot (a + b)$</p>	<p>si $b \geq d$: $b + d + e + f$</p>
			<p>si $b < d$: $2 \cdot (c + d)$</p>	<p>si $b < d$: $b + d + e + f$</p>
10	4) Réduction centrée US $e = \frac{b - d}{2}$ $f = \frac{a - c}{2}$		<p>si $a + b \geq c + d$: $2 \cdot (a + b)$</p>	<p>si $e \geq f$: $\sqrt{(l^2 + e^2)}$</p>
			<p>si $a + b < c + d$: $2 \cdot (c + d)$</p>	<p>si $e < f$: $\sqrt{(l^2 + f^2)}$</p>
11	4) Réduction centrée UA		<p>si $a + b \geq c + d$: $2 \cdot (a + b)$</p>	<p>si $b - d + e \geq e$: $\sqrt{l^2 + (b - d + e)^2}$</p> <p>si $b - d + e < e$: $\sqrt{(l^2 + e^2)}$</p>
			<p>si $a + b < c + d$: $2 \cdot (c + d)$</p>	<p>si $a - c + f \geq f$: $\sqrt{l^2 + f^2}$</p> <p>si $a - c + f < f$: $\sqrt{(l^2 + f^2)}$</p>

N°	Désignation Symbole Dimensions ¹⁾	Croquis, dimensions	Plus grand périmètre $U_{\max}^{2)}$	Plus grande longueur a à c ou $\varnothing d$ $l_{\max}^{2)}$
12	4) Transformation rectangulaire/ circulaire, centrée RS $e = \frac{b - d}{2}$ $f = \frac{a - d}{2}$		si $a + b \geq \frac{\pi \cdot d}{2}$: $2 \cdot (a + b)$ si $a + b < \frac{\pi \cdot d}{2}$: $\pi \cdot d$	si $e \geq f$: $\sqrt{(l^2 + e^2)}$ si $e < f$: $\sqrt{(l^2 + f^2)}$
13	4) Transformation rectangulaire/ circulaire, excentrée RA		si $a + b \geq \frac{\pi \cdot d}{2}$: $2 \cdot (a + b)$ si $a + b < \frac{\pi \cdot d}{2}$: $\pi \cdot d$	si $b - d + e \geq e$: $\sqrt{l^2 + (b - d + e)^2}$ si $b - d + e < e$: $\sqrt{(l^2 + e^2)}$ si $a - d + f \geq f$: $\sqrt{l^2 + (a - d + f)^2}$ si $a - d + f < f$: $\sqrt{(l^2 + f^2)}$
14	4) Déport symétrique ES $f = 0$		$2 \cdot (a + b)$	$\sqrt{(l^2 + e^2)}$

N°	Désignation Symbole Dimensions ¹⁾	Croquis, dimensions	Plus grand périmètre $U_{\max}^{2)}$	Plus grande longueur a à c ou Ø d $l_{\max}^{2)}$
15	4) Passage d'étage EA $c = a$ $f = 0$		si $b \geq d$: $2 \cdot (a + b)$	si $b - d + e \geq e$: $\sqrt{l^2 + (b - d + e)^2}$
			si $b < d$: $2 \cdot (c + d)$	si $b - d + e < e$: $\sqrt{l^2 + e^2}$
16	Pièce en T, droite en haut TG $g = c = a$		a) Partie continue si $a + b \geq c + d$: $2 \cdot (a + b)$ si $a + b < c + d$: $2 \cdot (c + d)$	l
			b) dérivation $2 \cdot (g + h)$	si $d + m - b \geq m$: $d + m - b$ si $d + m - b < m$: m
			Les surfaces de a) et b) sont à additionner.	

N°	Désignation Symbole Dimensions ¹⁾	Croquis, dimensions	Plus grand périmètre $U_{\max}^{2)}$	Plus grande longueur a à c ou $\varnothing d$ $l_{\max}^{2)}$
17	Pièce en T, inclinée en haut TA $g = c = a$		<p>a) partie continue</p> <p>si $b \geq d$: $2 \cdot (a + b)$</p> <p>si $b < d$: $2 \cdot (c + d)$</p>	$\sqrt{(l^2 + e^2)}$
			<p>b) dérivation</p> <p>si $d + m - b - e \geq m$: $d + m - b - e$</p> <p>si $d + m - b - e < m$: m</p> <p>Les surfaces de a) et b) sont à additionner.</p>	
18	4) Dérivation en Y EA $g = c = a$ $f = 0$ $m \geq 2$ hauteur du flasque		<p>si $b \geq d + m + h$: $2 \cdot (a + b)$</p>	<p>si $b - h - m - d + e \geq e$: $\sqrt{l^2 + (b - h - m - d + e)^2}$</p>
			<p>si $b < d + m + h$: $2 \cdot (c + d + m + h)$</p> <p>si $b - h - m - d + e < e$: $\sqrt{(l^2 + e^2)}$</p>	

N°	Désignation Symbole Dimensions ¹⁾	Croquis, dimensions	Aire de la surface A
19	Fond BO		$a \cdot b$
Pièce de forme spéciale SO		Pièce de forme ne pouvant être classée dans les autres rubriques du tableau	La surface est déterminée sur la base des formules ci-dessus
Manchons coulissants, manchons de passage d'air, caissons de diffusion, découpes pour diffuseurs d'air, ouvertures et trappes pour interventions techniques et d'hygiénisation sur les réseaux aérauliques			Le décompte est effectué à l'unité (u)
<p>¹⁾ Pour les conduits L ($l > 900$), les classe L du Tableau 1 s'appliquent, pour tous les autres éléments, les classes F1 à F5 de ce même tableau (Annexe 1)</p> <p>²⁾ Si plusieurs formules sont données pour le calcul de U_{\max} et I_{\max}, le calcul des surfaces se fera en retenant celles qui donnent les valeurs maximales de U et de I.</p> <p>³⁾ Sauf autre indication</p> <p>⁴⁾ Le centre de coordonnées se trouve toujours dans le coin supérieur droit de la section gauche. Pour le résultat des conditions de comparaison, les valeurs calculées doivent être utilisées sans signe.</p>			