



**CRTI·B**

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

# **CTG. 074**

## **INSTALLATIONS DE VENTILATION ET DE CLIMATISATION**

**Version 5.0 / 03.02.2021**

**Remarque importante :**

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

## Table des matières

1. Clauses techniques générales.....	4
1.1. Domaine d'application.....	4
1.2. Matériaux et éléments de construction .....	7
1.3. Exécution .....	8
1.4. Prestations spécifiques.....	21
1.5. Décompte.....	26
2. Recommandations pour l'élaboration du cahier des charges.....	30
2.1. Informations relatives au chantier .....	30
2.2. Informations relatives à l'exécution .....	30
2.3. Unités de décompte.....	32
3. ANNEXES .....	33

# 1. Clauses techniques générales

## 1.1. Domaine d'application

- 1.1.1.** La CTG. 074. « Installations de ventilation et de climatisation » s'applique à la réalisation d'installations de ventilation et de climatisation des locaux dans lesquelles l'air est déplacé mécaniquement.
- 1.1.2.** La CTG. 074. ne s'applique pas à la réalisation de systèmes de ventilation naturelle ni d'installations de traitement d'air de process où l'air est déplacé uniquement pour la réalisation d'un processus technique à l'intérieur d'appareils, de cabines ou de machines.
- 1.1.3.** La réalisation d'installations de ventilation et de climatisation est effectuée suivant les normes en vigueur, par ordre de priorité décroissant, notamment :
- les textes réglementaires luxembourgeois suivants :
    - « loi du 29 août 2017 modifiant la loi modifiée du 21 juin 1976 relative à la lutte contre la pollution de l'atmosphère » et « Texte coordonné de la loi du 21 juin 1976 relative à la lutte contre la pollution de l'atmosphère (mai 2011) » ;
    - « règlement grand-ducal du 5 mai 2012 modifiant
      1. le règlement grand-ducal modifié du 30 novembre 2007 concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation ;
      2. le règlement grand-ducal du 31 août 2010 concernant la performance énergétique des bâtiments fonctionnels » ;
    - « règlement grand-ducal du 28 janvier 2015 modifiant le règlement grand-ducal modifié du 31 août 2010 concernant la performance énergétique des bâtiments fonctionnels » ;
    - « règlement grand-ducal du 23 juillet 2016 modifiant
      1. le règlement grand-ducal modifié du 30 novembre 2007 concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitations ;
      2. le règlement grand-ducal modifié du 31 août 2010 concernant la performance énergétique des bâtiments fonctionnels ;
      - et
      3. le règlement grand-ducal du 12 décembre 2012 instituant un régime d'aides pour la promotion de l'utilisation rationnelle de l'énergie et la mise en valeur des énergies renouvelables dans le domaine du logement » ;
  - les normes européennes ;
  - les normes DIN, les normes ILNAS et les normes VDI ;
  - Dispositions générales :
    - DIN 1946-4 Raumluftechnik — Teil 4: Raumluftechnische Anlagen in Gebäuden und Räumen des Gesundheitswesens (DIN 1946-4

Ventilation et climatisation - Partie 4 : installations dans les établissements de santé)

- DIN 1946-6 Raumluftechnik — Teil 6: Lüftung von Wohnungen — Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung,
- Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung (DIN 1946-6 Ventilation et climatisation - Partie 6 : Ventilation des logements - Exigences générales, dimensionnement, exécution, repérage, réception et maintenance)
- DIN 1946-7 Raumluftechnik — Teil 7: Raumluftechnische Anlagen in Laboratorien (DIN 1946-7 Ventilation et climatisation - Partie 7 : installations dans les laboratoires)
- DIN 18017-3 Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster — Teil 3: Lüftung mit Ventilatoren (DIN 18017-3 Ventilation des salles de bains et toilettes sans fenêtres - Partie 3 : Ventilation mécanique)
- ILNAS EN 12792 Ventilation des bâtiments — Symboles, terminologie et symboles graphiques
- ILNAS EN 13779 Ventilation dans les bâtiments non résidentiels — Exigences de performances pour les systèmes de ventilation et de conditionnement d'air
- VDI 2052 Raumluftechnische Anlagen für Küchen (VDI 2052 Installations de ventilation et de climatisation pour les cuisines)
- VDI 2053 Blatt 1 Raumluftechnik — Garagen — Entlüftung (VDILüftungsregeln) (VDI 2053 Fascicule 1 - Ventilation et climatisation - Garages - Ventilation par conduit)
- VDI 2078 Berechnung der thermischen Lasten und Raumtemperaturen (Auslegung Kühllast und Jahressimulation) (VDI 2078 Calcul des charges frigorifiques et des températures des locaux, simulation annuelle)
- VDI 2081 Blatt 1 Geräuscherzeugung und Lärminderung in Raumluftechnischen Anlagen (VDI 2081 Fascicule 1 Génération de bruit par les installations de ventilation et de climatisation - Réduction du bruit)
- VDI 2082 Raumluftechnik — Verkaufsstätten (VDI-Lüftungsregeln) (VDI 2082 Ventilation et climatisation - Etablissements de vente)

- VDI 2083 Blatt 1 Reinraumtechnik — Partikelreinheitsklassen der Luft (VDI 2083 Fascicule 1 Traitement de l'air des salles propres - Classes d'empoussièrément)
- VDI 2083 Blatt 4.1 Reinraumtechnik — Planung, Bau und Erst-Inbetriebnahme von Reinräumen (VDI 2083 Fascicule 4.1 Traitement de l'air des salles propres - Conception, construction et mise en service des salles propres)
- VDI 2083 Blatt 5.1 Reinraumtechnik — Betrieb von Reinräumen (VDI 2083 Fascicule 5.1 Traitement de l'air des salles propres - Exploitation des salles propres)
- VDI 2087 Luftleitungssysteme — Bemessungsgrundlagen (VDI 2087 Réseaux aérauliques - Principes de dimensionnement)
- VDI 3803 Blatt 1 Raumluftechnik — Zentrale Raumluftechnische Anlagen — Bauliche und technische Anforderungen (VDILüftungsregeln) (VDI 3803 Fascicule 1 Ventilation et climatisation - Installations centralisées - Exigences constructives et techniques)
- VDI 3803 Blatt 5 Raumluftechnik, Geräteanforderungen — Wärmerückgewinnungssysteme (VDI-Lüftungsregeln) (VDI 3803 Fascicule 5 Ventilation et climatisation, exigences concernant le matériel - Systèmes de récupération de chaleur)
- VDI 6022 Blatt 1 Raumluftechnik, Raumlufqualität — Hygieneanforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte (VDILüftungsregeln) (VDI 6022 Fascicule 1 Ventilation et climatisation, qualité de l'air ambiant - Exigences d'hygiène des installations et matériels)
- lorsque l'installation doit faire l'objet de dispositions en matière de protection acoustique, les réglementations en vigueur au Luxembourg

## 1.2. Matériaux et éléments de construction

### 1.2.1. Information sur la désignation des normes

Au sein de l'Union européenne, les organismes nationaux de normalisation ont l'obligation de mettre en application toute norme européenne sur le plan national et de retirer toute norme nationale qui serait éventuellement conflictuelle avec cette dernière. Au Grand-Duché de Luxembourg, c'est l'ILNAS, respectivement l'Organisme luxembourgeois de normalisation qui est responsable de la transposition normative des normes et autres documents normatifs élaborés et adoptés par les organismes de normalisation européens. Ces derniers sont publiés au Luxembourg avec le préfixe " ILNAS EN ". Il convient donc, au Grand-Duché de Luxembourg, de se référer aux normes " ILNAS EN " puisque celles-ci ont le statut de normes nationales.

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

### 1.2.2. Généralités

- Dans la mesure où l'usage prévu l'impose, les matériaux et éléments de construction doivent être protégés contre la corrosion.
- Toutes les parties d'installations doivent, si possible, être de fabrication similaire. Ceci vaut particulièrement pour les appareils, vannes, robinetteries, pompes, relais, dispositifs de régulation.
- Les éléments pour lesquels on peut s'attendre à des phénomènes de condensation ou de débordement doivent être équipés pour la récupération et l'évacuation de l'eau.
- Les matériaux et composants situés dans le flux d'air des installations de ventilation et de climatisation doivent être inodores et, à l'exception des pièces d'usure telles que les courroies d'entraînement, doivent résister à l'abrasion. Les exigences de la norme VDI 6022 Blatt 1 « Raumluftechnik, Raumlufqualität — Hygieneanforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte (VDI-Lüftungsregeln) » doivent être respectées.
- Les matériaux et composants situés dans le flux d'air des installations de ventilation et de climatisation ne doivent pas être inflammables.
- Les appareils et les machines doivent être choisis de manière à passer dans les ouvertures et les cages d'escalier prévues sur les plans du dossier de soumission.
- Les éléments mécaniques et les échangeurs thermiques doivent être dotés d'une plaque signalétique indiquant le modèle et la puissance.

- Le matériel énuméré dans le cahier des charges doit être fourni, installé, raccordé, mis en service et remis au pouvoir adjudicateur en parfait état de service.
- L'ILNAS EN 1822-1 « Filtres à air à haute efficacité (EPA, HEPA et ULPA) — Partie 1 : classification, essais de performance et marquage » doit être prises en compte.

### **1.2.3. Filtres à air**

Les filtres à air doivent être dotés de dispositifs de surveillance du degré d'encrassement.

### **1.2.4. Dispositifs de mesure, de contrôle et de régulation, GTB**

Les appareils de mesure électriques doivent appartenir à la classe de précision E-1,5 selon ILNAS EN 60051-1 « Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires — Partie 1 : définitions et prescriptions générales communes à toutes les parties ».

Normes de la série :

- ILNAS EN 60051 (1998) Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires — Partie 1 à Partie 9.

Les armoires électriques doivent présenter au moins un indice de protection IP 43.

- ILNAS EN 60529 (2014) Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP).

## **1.3. Exécution**

### **1.3.1. Généralités**

- 1.3.1.1.** Les éléments des installations de ventilation et de climatisation doivent être compatibles entre eux et conçus de façon à produire les performances demandées, à assurer la sécurité de l'installation et à permettre un fonctionnement économique.

Les éléments d'installation doivent être dimensionnés en fonction des conditions de fonctionnement.

Le bruit aérien et le bruit solidien générés par les installations de ventilation et de climatisation ne doivent pas dépasser les valeurs admissibles ou les valeurs convenues.

#### **1.3.1.2. Obligations du pouvoir adjudicateur**

Le pouvoir adjudicateur est tenu de remettre notamment les documents suivants, nécessaires à la réalisation :



- les plans de réalisation - vues en plan, schémas fonctionnels, schémas de principe, coupes avec indication des dimensions ;
- la conception de l'installation avec les schémas de régulation ;
- les plans des saignées et percements ;
- les notes de calcul de la charge calorifique / frigorifique, avec le dimensionnement des conduites et des ventilateurs, la justification de la performance énergétique et les principales caractéristiques énergétiques à la base du rendement en énergie primaire ;
- les puissances des échangeurs de chaleur ;
- les données relatives à la protection incendie, à la protection acoustique et à l'isolation thermique ;
- la description du fonctionnement souhaité des ouvrages ;
- les données relatives au passeport énergétique.

Lors de la passation de la commande, le pouvoir adjudicateur remet à l'opérateur économique le dossier du projet, les notes de calcul ainsi que les plans des bâtiments existants et des bâtiments à construire, en vigueur à cette date.

#### **1.3.1.3. Obligations de l'opérateur économique**

Il revient à l'opérateur économique de contrôler les données et notes de calcul du pouvoir adjudicateur et de dresser les plans d'atelier et les plans d'installation nécessaires à la réalisation de l'installation, en accord avec ce dernier.

Sont notamment à charge de l'opérateur économique :

- les plans d'atelier ;
- les plans de montage ;
- les plans des fondations ;
- les schémas de câblage ;
- la description du fonctionnement des ouvrages exécutés.

L'opérateur économique doit indiquer en temps utile au pouvoir adjudicateur :

- les masses des éléments à incorporer ;
- le courant absorbé et, le cas échéant, le courant de démarrage des matériels électriques ;
- les autres conditions de la mise en œuvre.

Lors de la vérification du dossier de projet et des notes de calcul fournis par le pouvoir adjudicateur (contrôle vis-à-vis de la conception et du fonctionnement de l'installation), l'opérateur économique doit vérifier notamment :

- la charge thermique ;
- la charge frigorifique ;
- les débits d'air ;
- le schéma de principe ;
- la description du fonctionnement ;
- le dimensionnement du réseau aéraulique ;
- les sections du réseau aéraulique (conduits, volets, bouches, grilles) ;
- les températures de l'air ;
- les taux d'hygrométrie ;
- les puissances des échangeurs de chaleur, des machines frigorifiques et des humidificateurs d'air ;
- les dispositifs de sécurité ;
- les sections du réseau hydraulique (tubes et robinetterie) ;
- le dimensionnement des ventilateurs ;
- la protection incendie ;
- les ouvertures pour les interventions techniques et d'hygiénisation sur le réseau aéraulique ;
- les dispositifs de mesure, de contrôle et de régulation ;
- la protection acoustique ;
- l'isolation thermique ;
- l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment.

Les travaux de percement et de confection de saignées dans le bâtiment ne peuvent être exécutés qu'avec l'accord du pouvoir adjudicateur.

#### **1.3.1.4. Les réserves peuvent concerner :**

- les incohérences dans les documents et les notes de calcul fournis par le pouvoir adjudicateur ;
- les malfaçons manifestes, l'exécution hors délai ou l'absence, par exemple, de saignées, percements, fondations ;
- l'insuffisance des dispositions en matière de protection acoustique, d'isolation thermique et de protection incendie ;
- la nature inadéquate et la section inappropriée des gaines techniques ;
- la puissance de raccordement insuffisante pour le vecteur énergétique ;
- l'espace insuffisant pour l'installation des matériels ou leur amenée à pied d'œuvre ;
- l'espace insuffisant pour l'installation et l'entretien des appareils et machines ;
- l'absence de repères ;
- les conditions ambiantes (intérieures et extérieures) inadaptées (voir 1.3.1.5) ;

- la qualité inadéquate de l'eau ;
- les modifications de données ayant servi de base aux études, et dont l'opérateur économique a connaissance.
- Lors de la vérification qui lui incombe, l'opérateur économique doit faire part au pouvoir adjudicateur de ses réserves, **notamment** en cas de :
  - modification(s) des données de base du projet ;
  - incohérences dans les documents et les notes de calcul fournis ;
  - défauts des fondations, saignées, percements, isolations acoustiques et thermiques, protections incendie ;
  - défauts du matériel ;
  - configuration inadéquate des installations d'évacuation des fumées et des ventilations haute et basse ;
  - puissances de raccordement (énergie / eau) insuffisantes ;
  - espace insuffisant pour l'installation et l'entretien des appareils et machines ;
  - absence de niveaux de référence.
- L'opérateur économique doit fournir au pouvoir adjudicateur, au début des travaux de montage, toutes les informations nécessaires à la bonne mise en place et au bon fonctionnement de l'installation.
- L'opérateur économique doit indiquer en temps utile au pouvoir adjudicateur les informations ci-après :
  - les poids des appareils et machines ;
  - les caractéristiques électriques des appareils et machines ;
  - les autres exigences de mise en œuvre.

**1.3.1.5.** Dans le cas de conditions ambiantes (intérieures ou extérieures) inappropriées, par exemple température inférieure à +5°C pour la pose de conduits en matière plastique, des dispositions particulières doivent être adoptées, en accord avec le pouvoir adjudicateur. Les prestations nécessaires, le cas échéant, sont des prestations spéciales (voir 1.4.2.35).

**1.3.1.6.** Dans le cas où l'établissement du tracé des réseaux est laissé à la charge de l'opérateur économique, celui-ci doit, en temps utile et en accord avec le pouvoir adjudicateur, établir un plan d'exécution, afin de permettre l'établissement des plans des fondations, plans des saignées, plans des percements et plans de pose nécessaires. Ces prestations sont des prestations spéciales (voir 1.4.2.1).

- 1.3.1.7.** Dans le cas de modifications susceptibles de dégrader les protections électriques des installations en place - telles que la mise en place de pièces isolantes -, l'opérateur économique doit attirer l'attention du pouvoir adjudicateur sur la nécessité de faire intervenir un électricien agréé chargé de vérifier si les travaux prévus seront dommageables à la protection.
- 1.3.1.8.** Les travaux de percement et de confection de saignées dans le bâtiment ne peuvent être exécutés qu'avec l'accord du pouvoir adjudicateur.
- 1.3.1.9.** L'opérateur économique doit s'occuper des autorisations et réceptions techniques nécessaires à l'exécution.

### **1.3.2. Exigences**

La pénétration de gouttelettes d'eau dans des composants de l'installation non prévus pour cela doit être évitée au maximum. Le tronçon de l'installation situé en aval doit, si besoin, être vidangé. Les condensats doivent être évacués (voir 1.4.1.2 et 1.4.2.2).

### **1.3.3. Installation de chantier**

- 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.
- 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, réfectoires, WC, douches etc.).
- Dans le cas où la mise à disposition d'une telle aire n'est pas possible ou disproportionnée, le pouvoir adjudicateur mettra à disposition de l'opérateur économique, pour la durée des travaux, des installations communes ou des locaux pouvant être fermés à clé à l'intérieur du bâtiment.
- Les dispositions particulières relatives à l'installation de chantier sont reprises dans les clauses techniques particulières.

### **1.3.4. Modifications**

- Le pouvoir adjudicateur est en droit de faire valoir des modifications techniques et de délai et ceci sous forme écrite.
- Avant l'exécution des modifications demandées, un accord entre le pouvoir adjudicateur et l'opérateur économique est nécessaire.
- L'opérateur économique doit répondre par écrit aux demandes de modifications souhaitées par le pouvoir adjudicateur dans un délai de 10 jours ouvrables. La

réponse doit apporter à ce dernier les informations relatives aux conséquences techniques, délais, prix et qualité pour ces modifications.

- Passé ce délai, le pouvoir adjudicateur adresse à l'opérateur économique une mise en demeure écrite. Faute de réaction de l'opérateur économique dans un délai de 10 jours ouvrables à compter de la mise en demeure, ce dernier perd tout droit à suppléments ou prolongations de délai.

### **1.3.5. Pose**

- Lors de la pose des conduits et des tubes, un espace suffisant doit être prévu entre eux pour permettre de les calorifuger individuellement.
- Les dispositions particulières relatives à la pose sont reprises dans les clauses techniques particulières.
- Les conduits et équipements doivent en outre être posés de telle sorte que les trappes de visite etc. soient librement accessibles et manœuvrables.
- Les traversées de murs, cloisons et planchers doivent se faire en tenant compte des questions d'étanchéité à l'air, d'isolation thermique, de protection contre le bruit, contre l'humidité, contre l'incendie. Les prestations que cela nécessite sont des prestations spéciales (voir 1.4.2.9/ 1.4.2.10/ 1.4.2.11 et 1.4.2.12).

### **1.3.6. Assemblage et raccordement**

- L'utilisation des divers matériaux doit être réalisée de façon à ne pas provoquer de corrosion par électrolyse ou d'autres effets dommageables aux installations et constructions.
- Les raccords amovibles doivent être facilement accessibles.
- Les réductions doivent être réalisées de façon à éviter des turbulences hydrauliques.
- Les travaux de soudage et de brasage doivent être réalisés par des installateurs expérimentés.
- L'assemblage doit garantir la rigidité mécanique et l'étanchéité des conduits, en fonction des conditions d'emploi.
- Le raccordement des conduits aux machines doit être réalisé à l'aide de manchettes souples évitant la transmission des bruits solidiens.

Les dispositions particulières relatives à l'assemblage et au raccordement sont reprises dans les clauses techniques particulières.

### **1.3.7. Installation**

#### **1.3.7.1. Réseau aéraulique**

- Les conduits doivent être étanches et présenter des parois intérieures lisses afin d'éviter les dépôts de poussières.
- Des prises permettant le branchement d'appareils de mesurage doivent être prévues en amont et en aval des ventilateurs et des registres de réglage.
- Les filtres doivent être équipés de dispositifs de mesure de la pression différentielle.
- Les batteries de chauffe et de refroidissement doivent être équipées :
  - d'une protection antigel ;
  - de vannes d'isolement ;
  - d'un robinet de vidange ;
  - d'un purgeur ;
  - de thermomètres.
- Les batteries de refroidissement, les humidificateurs et les récupérateurs de chaleur doivent en outre être équipés :
  - d'un séparateur de gouttelettes ;
  - d'un dispositif de récupération des condensats ;
  - d'une évacuation des condensats.

#### **1.3.7.2. Batteries de chauffe, batteries de refroidissement, aérothermes**

- Les batteries de chauffe et de refroidissement doivent être installées de telle sorte qu'elles puissent être facilement vidangées et purgées.
- Les batteries de refroidissement doivent être installées de telle sorte que les condensats puissent être évacués parfaitement.
- Les batteries de chauffage électriques doivent être équipées de protections contre la surchauffe et contre le manque de débit.

#### **1.3.7.3. Filtres à air**

Les filtres à air doivent être installés de telle sorte que les classes d'efficacité prescrites soient respectées, y compris après installation.

#### **1.3.7.4. Installations d'humidification**

- 1.3.7.4.1.** Les installations d'humidification avec raccordement eau ou vapeur doivent être équipées des organes d'isolement et de réglage nécessaires. Elles doivent être faciles à nettoyer.
- 1.3.7.4.2.** Les installations d'humidification avec raccordement eau doivent être mises en œuvre de telle sorte qu'elles puissent être raccordées au réseau d'alimentation en

eau potable dans le respect de l'ILNAS EN 1717 « Protection contre la pollution de l'eau potable dans les réseaux intérieurs et exigences générales des dispositifs de protection contre la pollution par retour » ainsi que de la DIN 1988-100 « Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen — Teil 100: Schutz des Trinkwassers, Erhaltung der Trinkwassergüte; Technische Regel des DVGW » (Règles techniques pour les installations d'eau potable - Partie 100 : Protection de l'eau potable, maintien de la qualité de l'eau ; règle technique du DVGW). Si nécessaire, elles doivent pouvoir être raccordées au réseau d'assainissement dans le respect de l'ILNAS EN 12056 (toutes les parties) « Réseaux d'évacuation gravitaire à l'intérieur des bâtiments » ainsi que de la DIN 1986-100 « Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke — Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit ILNAS EN 752 und ILNAS EN 12056 » (Installations d'assainissement à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments - Partie 100 : Spécifications en lien avec ILNAS EN 752 et ILNAS EN 12056).

#### **1.3.7.5. Centrales de traitement d'air**

- 1.3.7.5.1.** Dans le cas d'un entraînement par courroie intérieure au caisson, l'interrupteur de maintenance doit être positionné comme exigé par les normes.
- 1.3.7.5.2.** Les conduites de raccordement doivent être posées de manière à ne pas gêner les trappes de la centrale ni encombrer les ouvertures.

#### **1.3.7.6. Réseau aéraulique**

- Tous les raccordements des conduits de ventilation doivent être étanches à l'air et solides, selon les conditions de fonctionnement. Les conduits doivent présenter des parois intérieures lisses afin d'éviter les dépôts de poussières.
- Les conduits aérauliques doivent, le cas échéant, être équipés de trappes de mesure pouvant être verrouillées.
- Les bouches de ventilation doivent pouvoir être démontées sans endommager le bâtiment.
- La position des équipements incorporés dans les conduits aérauliques devant être accessibles pour les interventions de maintenance doit pouvoir être identifiée ou, si nécessaire, être repérée par des plaques de signalisation (étiquetages).

#### **1.3.7.7. Réseau hydraulique**

- Des robinets de vidange doivent être installés à tous les points bas.
- Des prises permettant le branchement d'appareils de mesurage doivent être prévues en amont et en aval des pompes et des vannes de réglage.

- Les installations doivent comporter des manomètres permettant la lecture des valeurs limites admissibles.

Les dispositions particulières relatives à l'installation sont reprises dans les clauses techniques particulières.

### **1.3.8. Fixation**

- La fixation des conduits et des tubes doit se faire au moyen de colliers avec garniture insonorisante, en tenant compte des prescriptions du fabricant, de la dilatation des matériels et des conditions statiques et mécaniques auxquelles ils sont soumis.
- Les fixations doivent être solides et munies d'une protection anticorrosion.
- L'utilisation de feuillards perforés n'est pas autorisée.
- Les conduits et les tubes ne peuvent être fixés entre eux.
- Les scellements doivent être réalisés avec un mortier compatible avec la construction.
- Les fixations au pistolet de scellement ne sont pas autorisées.

Les dispositions particulières relatives à la fixation sont reprises dans les clauses techniques particulières.

### **1.3.9. Dispositifs de mesure, contrôle et régulation, GTB (exécution)**

- Les organes de réglage de systèmes fonctionnant de manière autonome, intégrés à des installations qui ne sont pas à la charge du lot, doivent être définis par l'opérateur économique en accord avec le responsable de l'installation considérée.
- Les capteurs de mesure doivent être installés aux points adéquats de telle sorte que la valeur mesurée soit juste.
- Les appareils d'affichage doivent permettre une lecture aisée ; les appareils à actionner doivent être aisément accessibles et faciles à manier.
- Lors des essais et de la mise en service du câblage électrique et de l'installation de mesure, de commande et de régulation réalisés par l'opérateur économique, celui-ci doit mettre à disposition un agent familier d'installations de ce type.
- Dans le cas où le câblage électrique ou l'installation de mesure, de commande et de régulation ne sont pas à la charge du lot, la mise à disposition d'une personne pendant les essais ou la mise en service constitue une prestation spéciale (voir 1.4.2.19).



### **1.3.10. Calorifugeage et pare-vapeur**

- Les conduits et tuyauteries doivent être soigneusement isolés contre les pertes thermiques et frigorifiques.
- Les conduits et tuyauteries logés exceptionnellement dans les parois ou les chapes doivent être protégés par une enveloppe hydrofuge.
- Les matériaux d'isolation doivent être résistants aux vibrations, être ininflammables et ne pas dégager de gaz nocifs.
- Le calorifugeage doit être complété par un pare-vapeur étanche dans le cas où la température dans les réseaux aéraulique et hydraulique est inférieure à la température ambiante.
- Toute perforation du pare-vapeur est à éviter.
- Les extrémités du calorifugeage doivent être dotées de manchettes compatibles avec le matériau d'isolation.
- Chaque conduit et chaque tube doit être calorifugé séparément.

Les dispositions particulières relatives au calorifugeage sont reprises dans les clauses techniques particulières.

### **1.3.11. Protections, dilatation**

- Les appareils et machines doivent être protégés jusqu'à leur réception.
- Le contact direct entre les conduits ou tuyauteries et leurs fixations n'est pas autorisé. On interposera une garniture en caoutchouc d'une épaisseur suffisante.
- Les conduites traversant des murs, des cloisons ou des planchers doivent être protégées par un fourreau d'une épaisseur suffisante. L'espace entre le fourreau et le tuyau doit être calfeutré à l'aide d'un matériau isolant approprié, non-corrosif et ininflammable, permettant la libre dilatation des tuyaux. Les fourreaux ne doivent jamais servir de support aux tuyauteries.
- Durant le stockage sur le chantier, l'opérateur économique doit veiller à ce qu'aucun corps étranger ne puisse pénétrer dans les conduits ou les tubes.
- De même, durant les travaux de montage, l'opérateur économique doit veiller à ce qu'aucun corps étranger ne puisse pénétrer dans les conduits ou les tubes.
- Lors de la conception et de la réalisation des réseaux aéraulique et hydraulique, des dispositions doivent être prises pour en garantir la dilatation aux températures de fonctionnement prévues.
- Les parties extérieures mobiles des machines doivent être protégées contre tout contact fortuit.

Les dispositions particulières relatives aux protections et à la dilatation sont reprises dans les clauses techniques particulières.

### **1.3.12. Protection contre le bruit et contre les vibrations**

- La mise en œuvre de dispositions particulières relatives à la protection contre le bruit et la propagation des vibrations fait partie intégrante des prestations dues par l'opérateur économique.
- Le niveau sonore maximum à l'intérieur des salles de machines est indiqué dans les clauses techniques particulières.
- Les vibrations en provenance des appareils et machines ne doivent être transmises ni au réseau aéraulique, ni au réseau hydraulique, ni à la structure du bâtiment.

Les dispositions particulières relatives à la protection contre le bruit et contre les vibrations sont reprises dans les clauses techniques particulières.

### **1.3.13. Protection incendie**

- La mise en œuvre des dispositions particulières relatives à la protection contre l'incendie fait partie intégrante de la prestation de l'opérateur économique.
- Les passages de voiles, cloisons et dalles coupe-feu doivent être munis de fourreaux auto-rétractables ou auto-expansifs en cas d'incendie.
- Les parties de l'installation de ventilation / de climatisation qui doivent être protégées par un habillage doivent être mises en œuvre de telle sorte que la prestation puisse être effectuée correctement.

Les dispositions particulières relatives à la protection incendie sont reprises dans les clauses techniques particulières.

### **1.3.14. Peinture**

- Les parties en acier des installations qui n'ont pas reçu de traitement doivent être munies d'une couche de peinture anti-corrosion.
- Les tuyauteries d'eau de refroidissement doivent recevoir par ailleurs une couche de finition qui les protège de la corrosion.
- Des bandes de couleur ou des flèches indiquant la direction du flux doivent être appliquées de façon visible sur les réseaux aéraulique et hydraulique.

Les dispositions particulières relatives à la peinture sont reprises dans les clauses techniques particulières.

### **1.3.15. Alimentation et installation électrique**

- L'alimentation électrique des dispositifs de commande, de distribution et de régulation relève du pouvoir adjudicateur.

Les dispositions particulières relatives à l'installation électrique sont reprises dans les clauses techniques particulières.

### **1.3.16. Contrôle d'étanchéité**

- Avant leur calorifugeage et avant la fermeture des saignées, des percements et des faux-plafonds, l'opérateur économique doit procéder à un contrôle d'étanchéité des réseaux aéraulique et hydraulique.
- Les réseaux aérauliques à basse pression doivent être contrôlés par essai fumigène.
- Les réseaux aérauliques à haute pression doivent être contrôlés en appliquant une pression d'épreuve au moins égale à 2000 Pa.
- Le réseau hydraulique doit être contrôlé en appliquant une pression d'épreuve égale à 1,5 fois la pression de service en tout point de l'installation, avec un minimum de 1 bar de surpression.
- Un PV d'essai doit être établi pour le contrôle d'étanchéité du réseau aéraulique et du réseau hydraulique. Il comportera :
  - la date du contrôle et la signature du contrôleur ;
  - les caractéristiques de l'installation ;
  - la pression de service ;
  - la pression d'essai ;
  - la durée de la sollicitation en pression.

### **1.3.17. Mise en service**

- Avant la mise en service, l'opérateur économique doit procéder à un nettoyage intérieur du réseau aéraulique et de l'ensemble des appareils et machines raccordés, et il doit nettoyer tous les filtres. Il doit également procéder à un rinçage général du réseau hydraulique et de l'ensemble des appareils et machines raccordés, et doit nettoyer tous les filtres.
- Les équilibrages des réseaux aéraulique et hydraulique doivent être réalisés et documentés.
- L'équilibrage aéraulique doit être réalisé pour les valeurs de réglage calculées. Les valeurs mesurées doivent être consignées.
- Le réglage doit être effectué avant la réception.
- Certificats de rinçage des installations.
- Lors des essais et avant la réception, les dispositifs automatiques de régulation et de commande et les dispositifs de sécurité doivent être réglés conformément aux spécifications.

### **1.3.18. Réception**

- La réception par le pouvoir adjudicateur ou son représentant a pour but de vérifier la conformité de l'installation par rapport au cahier des charges. Elle se fait en présence des parties contractantes.
- La réception fait l'objet d'un rapport qui constate la conformité au cahier des charges ou reprend les défauts et malfaçons constatés lors de la réception. L'opérateur économique est tenu de lever les réserves dans un délai à fixer d'un commun accord et consigné dans le rapport.
- La période de garantie des installations et équipements mis en service avant la réception débute à partir de la mise en service, sans que celle-ci vaille réception.

Les dispositions particulières relatives à la réception sont reprises dans les clauses techniques particulières.

### **1.3.19. Contrôle d'intégralité**

Le contrôle d'intégralité comprend :

- la comparaison de l'installation livrée au regard du cahier des charges ;
- le contrôle du respect des prescriptions légales et contractuelles ;
- la vérification que tous les documents nécessaires à l'exploitation de l'installation sont fournis.

#### **1.3.19.1. Contrôle de fonctionnement**

Le contrôle du fonctionnement de l'installation est à réaliser dans le cadre d'un essai de mise en service. Ce contrôle porte sur :

- les équipements de sécurité ;
- les équipements de production de chaleur et de froid - le contrôle doit être effectué avec une charge minimale de 50% de la charge nominale sur une durée minimale de 4 heures ;
- les ventilateurs ;
- les dispositifs de régulation et de contrôle ;
- les réseaux aéraulique et hydraulique.

#### **1.3.19.2. Documents à fournir**

- Au plus tard un mois avant la date de la réception, le pouvoir adjudicateur ou son représentant fournit les plans de récolement (« comme construit ») - coupes, vues en plan, etc. - des bâtiments et de leur environnement, sous forme de fichiers informatiques modifiables.
- Au plus tard lors de la réception, l'opérateur économique fournit les documents de récolement (« comme construit ») suivants :
  - les plans ;

- les schémas fonctionnels et schémas de principe ;
  - les schémas électriques ;
  - les schémas de câblage ;
  - les certificats d'étanchéité des réseaux aéraulique et hydraulique ;
  - les listes des points de consigne aérauliques, hydrauliques et électriques ;
  - les PV d'équilibrage aéraulique et hydraulique ;
  - les PV de mesure des niveaux sonores admissibles ;
  - la documentation technique ;
  - la description du fonctionnement de l'installation ;
  - les notices de service et d'entretien ;
  - les certificats exigés par la loi ;
  - le PV de formation du personnel de service et du personnel de maintenance.
- Les documents doivent être remis en 3 exemplaires papier ou sur support informatique, à savoir 2 exemplaires pour le pouvoir adjudicateur et 1 exemplaire pour le bureau d'études.

### **1.3.19.3. Instruction**

Dans une séance unique d'instruction, l'opérateur économique instruit le pouvoir adjudicateur sur l'utilisation de l'installation, et ce sur la base des documents fournis.

## **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.** Marquage des saignées et des percements, y compris lorsqu'ils sont réalisés par une autre entreprise.
- 1.4.1.2.** Mesures destinées à empêcher la pénétration de gouttelettes d'eau conformément à 1.3.2.
- 1.4.1.3.** Vérification des documents du pouvoir adjudicateur et des prestations dues conformément à 1.3.1.2.
- 1.4.1.4.** 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 ne dépasse pas 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.** Fourniture et fixation de plaques signalétiques indiquant le type et la puissance.
- 1.4.1.7.** Réglage et ajustement des installations et documentation de l'équilibrage hydraulique des différents composants.
- 1.4.1.8.** Contrôle de fonctionnement des différents éléments de l'installation conformément à 1.3.19.1.
- 1.4.1.9.** Raccordements, traversées de murs, cloisons ou planchers, en dehors de toutes exigences particulières et des prestations prévues en 1.4.2.14.
- 1.4.1.10.** Pose de consoles et de supports, hors prestations prévues en 1.4.2.16.
- 1.4.1.11.** Protection des éléments de construction et équipements contre les salissures et dommages éventuels au cours des travaux sur les installations de gaz, d'alimentation en eau et d'évacuation (recouvrir les éléments à protéger, les emballer, les décrocher), à l'exception des mesures de protection prévues en 1.4.2.32.
- 1.4.1.12.** Présentation d'échantillons de surface et de couleur.
- 1.4.1.13.** Chutes de matériaux.
- 1.4.1.14.** Raccords et pièces spéciales pour conduits aérauliques  $\leq$  DN 100.
- 1.4.1.15.** Outils et équipements nécessaires à la mise en œuvre de l'installation.
- 1.4.1.16.** Appareils de mesurage pour la mise en service et la réception.
- 1.4.1.17.** Application d'une couche de peinture anticorrosion sur toutes les parties en acier non traitées.
- 1.4.1.18.** Installation de l'aire aménagée ou, le cas échéant, aménagement des locaux pouvant fermer à clé et mis en place par le pouvoir adjudicataire pour le stockage des outillages, des matériaux et du matériel.
- 1.4.1.19.** Assistance aux réunions de coordination et de sécurité pour autant qu'elles sont organisées en même temps que les autres réunions de chantier.
- 1.4.1.20.** Mise en œuvre de rosaces aux traversées de murs, cloisons et planchers pour les conduits aérauliques  $\leq$  DN 100.
- 1.4.1.21.** Organes d'assemblage, fixations et éléments associés tels que brides, éléments d'assemblages de profilés, vis, joints, raidisseurs pour conduits aérauliques.

- 1.4.1.22.** Prises de mesures avec bouchons, en dehors de toutes exigences particulières, jusqu'à un diamètre de 35 mm.

#### **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.** Etudes de projet, études d'exécution, dossiers de demande de permis de construire et étude du tracé des saignées et percements.
- 1.4.2.2.** Tuyauteries d'évacuation des condensats à l'intérieur de la centrale technique ou à l'extérieur des appareils.
- 1.4.2.3.** Analyses d'eau et essais selon des modes opératoires particuliers.
- 1.4.2.4.** Marquage des percements lorsque leur réalisation n'est pas à la charge du lot.
- 1.4.2.5.** Mesures particulières pour la protection acoustique et antivibratoire des éléments d'installation en contact avec la structure du bâtiment.
- 1.4.2.6.** Mise à disposition, montage, transformation et démontage des échafaudages pour les besoins d'autres entreprises.
- 1.4.2.7.** 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.
- 1.4.2.8.** 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.
- 1.4.2.9.** Pose de canalisations, goulottes, organes de robinetterie, isolants et autres composants de l'installation à une hauteur supérieure à 3,5 m et inférieure ou égale à 6 m.
- 1.4.2.10.** Pose de canalisations, goulottes, organes de robinetterie, isolants et autres composants de l'installation à une hauteur supérieure à 6 m et inférieure ou égale à 10 m.
- 1.4.2.11.** Pose de canalisations, goulottes, organes de robinetterie, isolants et autres composants de l'installation à une hauteur supérieure à 10 m.

- 1.4.2.12.** Travaux de percement, de carottage et de fraisage pour la fixation de consoles et de supports. Confection et rebouchage des saignées et percements.
- 1.4.2.13.** Raccordements, traversées de murs, cloisons, planchers et toitures devant satisfaire des exigences particulières, telles que étanchéité à l'eau, à l'air, aux gaz.
- 1.4.2.14.** Raccords, pièces spéciales et rosaces pour les traversées de murs, cloisons et planchers dans le cas de conduits aérauliques > DN 100.
- 1.4.2.15.** Fourniture et pose de dispositifs de fixation particuliers tels que massifs de butée et points fixes, supports sur patins ou rouleaux, coques porteuses, consoles de support, constructions provisoires de support.
- 1.4.2.16.** Exécution de fondations / socles pour des éléments de l'installation.
- 1.4.2.17.** Enlèvement de la rouille, préparation et réparation de la protection intérieure et extérieure des éléments de construction mis à disposition par le pouvoir adjudicateur.
- 1.4.2.18.** Raccordement et intégration aux canalisations, gaines et éléments d'installation existants, y compris perçages.
- 1.4.2.19.** Contrôle du câblage électrique et de l'installation de mesure, de commande et de régulation et mise à disposition d'un agent lors de la mise en service de cette dernière, lorsque ni l'installation ni le câblage n'ont été réalisés par l'opérateur économique (voir 1.3.9).
- 1.4.2.20.** Adaptation d'éléments de l'installation à des prestations d'autres entreprises n'ayant pas respecté les cotes.
- 1.4.2.21.** Fourniture et fixation de plaques comportant des informations sur le fonctionnement, plaques d'identification, plaques de mise en garde.
- 1.4.2.22.** Pose et raccordement d'éléments d'installation mis à disposition de l'opérateur économique.
- 1.4.2.23.** Exploitation des installations ou d'éléments des installations.
- 1.4.2.24.** Vérification de l'état des conduites existantes.
- 1.4.2.25.** Contrôles particuliers tels que contrôles des brasures, des soudures, de l'étanchéité à l'air du bâtiment, essais de matériaux.
- 1.4.2.26.** Fourniture de spécifications pour les systèmes de mesurage, commande, régulation, gestion destinés à des installations ou parties d'installation non à la charge du lot.
- 1.4.2.27.** Alimentations électriques des dispositifs de commande, de distribution et de régulation et raccordements électriques.



- 1.4.2.28.** Confection et mise en œuvre d'éléments témoins, de prototypes et de maquettes.
- 1.4.2.29.** Séances supplémentaires d'instruction pour le personnel de service et de maintenance (voir 1.3.19.3).
- 1.4.2.30.** Etablissement des plans de récolement, compris schémas fonctionnels et schémas de principe.
- 1.4.2.31.** Mesures particulières pour la protection des éléments de construction, des équipements et des appareillages : protection provisoire de fenêtres, portes, sols, escaliers, etc., protection contre la poussière des appareils et équipements sensibles, installation de tentes de protection, pose de panneaux ou films de protection, instauration d'une surveillance incendie, par exemple.
- 1.4.2.32.** Mesures pour la protection contre des conditions météorologiques impropres, comme indiqué en 1.3.1.5.
- 1.4.2.33.** Mesures de protection contre le gel et les intempéries pour permettre à l'opérateur économique ou à des tiers de continuer les travaux de montage.
- 1.4.2.34.** Mesures pour la protection incendie, l'isolation acoustique et thermique, la protection contre l'humidité et la protection contre les rayonnements, dès lors qu'elles ne figurent pas au cahier des charges.
- 1.4.2.35.** Nettoyage des supports 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.
- 1.4.2.36.** Raccordements étanches à l'air sur ouvrages adjacents.
- 1.4.2.37.** Contrôle des raccordements électriques réalisés par une autre entreprise.
- 1.4.2.38.** Changement des filtres à l'issue de l'essai de mise en service.
- 1.4.2.39.** Mesures provisoires pour la conduite, la maintenance, la surveillance et le dépannage des installations avant la réception.
- 1.4.2.40.** Extension de garantie pour les installations mises en service avant réception.
- 1.4.2.41.** Peinture de finition des installations.
- 1.4.2.42.** Contrôles d'étanchéité des composants de l'installation véhiculant de l'air.
- 1.4.2.43.** Mesures en fonctionnement supplémentaires, non prévues en 1.3.18 Réception ou 1.3.19 Contrôle d'intégralité.
- 1.4.2.44.** Établissement de tous les calculs, plans, schémas détaillés des installations et plans de coordination pour d'autres corps d'état.

- 1.4.2.45.** Réceptions diverses, à l'exception des réceptions imposées du point de vue technique et réalisées par le pouvoir adjudicateur ou son représentant.
- 1.4.2.46.** Essais partiels demandés par le pouvoir adjudicateur.
- 1.4.2.47.** Exemplaires supplémentaires du dossier de récolement.
- 1.4.2.48.** Chauffage et ventilation pendant la phase de chantier.
- 1.4.2.49.** Réalisation de l'étanchéité au niveau des sorties en toiture.

## **1.5. Décompte**

### **1.5.1. Généralités**

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

### **1.5.2. Marchés à prix unitaires**

- Dans le cas d'un marché à prix unitaires, le métré est établi d'après les plans de récolement. Si le dossier de récolement ne comporte pas de plans, il est procédé à un métré contradictoire sur le chantier.

### **1.5.3. Marchés à prix global**

- Dans le cas d'un marché à prix global, il n'y a pas de métré à établir. Le prix est calculé sur base des plans et du cahier des charges remis par le pouvoir adjudicateur pour établir l'offre.

### **1.5.4. Marchés en dépenses contrôlées**

- Dans le cas d'un marché en dépenses contrôlées, on note soigneusement sur des feuilles d'attachement journalières le temps passé par les ouvriers avec leur qualification ainsi que les fournitures faites.
- Les appareils, machines, matériaux et accessoires sont facturés selon des prix unitaires.

**1.5.5.** 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 des installations réalisées ou des éléments d'installation mis en œuvre. On peut y adjoindre les listes de composants.

**1.5.6.** Dans le cas d'un décompte selon les surfaces, les conduits aérauliques et les pièces de forme associées sont pris en compte pour leur surface extérieure, calculée à partir du plus grand périmètre et de la plus grande longueur, hors isolant. Les découpes pour les bouches et piquages ne sont pas déduites.

Les pièces de forme du Tableau 2 (voir tableau en annexe) et les pièces de forme des classes F1 à F5 du Tableau 1 (voir tableau en annexe) dont la surface extérieure est inférieure à 1 m<sup>2</sup> sont comptées pour 1 m<sup>2</sup>. Les manchons cylindriques (symbole SR) ne sont pris en compte que si leur longueur est comprise entre 100 mm et 500 mm.

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

*Pour la détermination des surfaces pour le décompte des conduits aérauliques et des pièces de forme associées, on utilisera les formules pour  $U_{max}$  et  $l_{max}$  figurant dans le Tableau 2.*

*Les composants considérés sont les suivants :*

- conduits ;
- jonctions ;
- ensembles préfabriqués ;
- cloisons ;
- aubes directrices.

*Les calorifugeages éventuels ne sont pas pris en compte.*

*Exemple*

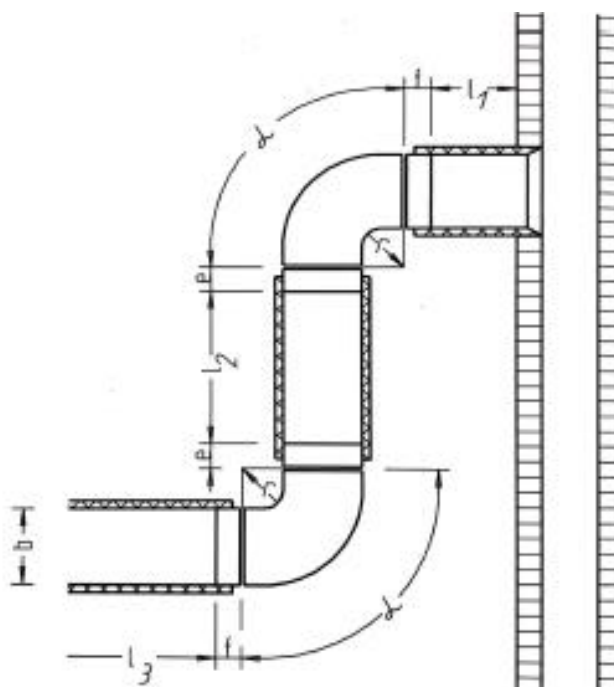


Fig. 1

$$A = 2 \cdot (a + b) \cdot \left[ \frac{\alpha \cdot \pi \cdot r}{180} + e + f \right] \cdot 2 + l_1 + l_2 + l_3$$

*Les joints - emboîtements, brides, soudures, par exemple - ne sont pas déduits.*

*Les découpes - grilles et piquages par exemple - ne sont pas déduites, quelles que soient leurs dimensions.*

*Les pièces de forme du Tableau 2 (voir tableau en annexe) et des classes  $F_1$  à  $F_5$  (voir Tableau 1 en Annexe) dont la surface est inférieure à  $1 \text{ m}^2$  sont comptées pour  $1 \text{ m}^2$  (Fig. 2).*

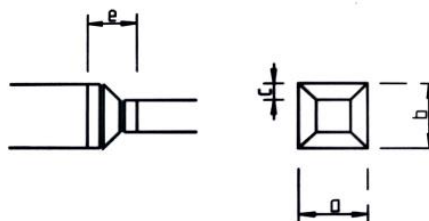


Fig. 2

$$1 \text{ m}^2, \text{ wenn } A \leq 2 \cdot (a + b) \cdot \sqrt{e^2 + c^2}$$

- 1.5.7.** Dans le cas d'un décompte selon les longueurs, les conduits de ventilation, avec leurs coudes, appareils de robinetterie, raccords et pièces spéciales, sont mesurés dans l'axe. Les coudes sont comptés jusqu'au point d'intersection des axes. Les coudes et autres pièces de forme sont comptés en plus.

*Les conduits de ventilation, avec leurs coudes, raccords et autres pièces de forme sont mesurés dans l'axe.*

*Les coudes et autres pièces de forme sont comptés séparément.*

*Les conduits secondaires (dérivations) sont mesurés dans l'axe, depuis l'intersection avec l'axe du conduit principal (Fig. 4).*

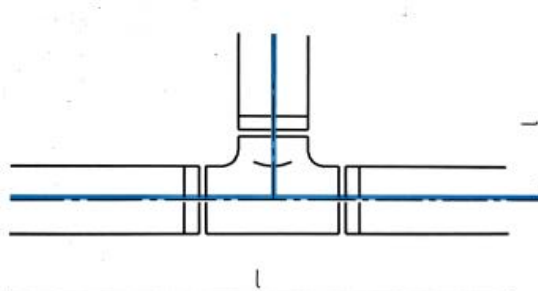


Fig. 3

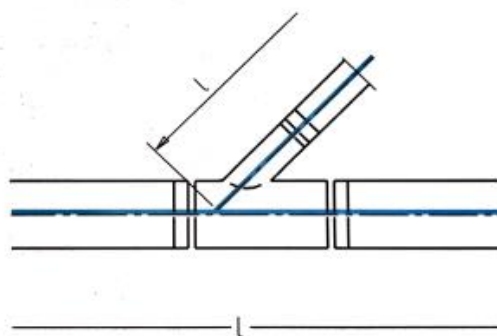


Fig. 4

*Dans le cas d'un décompte selon les longueurs, les coudes sont mesurés jusqu'au point d'intersection avec l'axe du conduit sur laquelle ils se raccordent (Fig.5).*

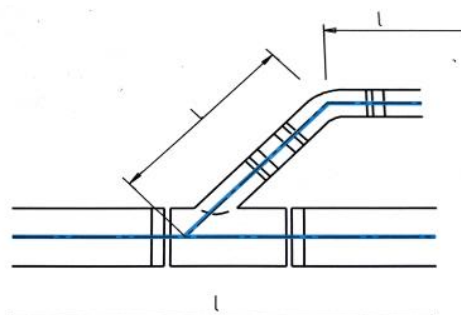


Fig. 5

- 1.5.8.** Les trappes du réseau aéraulique (pour les interventions techniques et d'hygiénisation, par exemple) sont comptées en plus.
- 1.5.9.** Dans le cas d'un décompte selon les masses, il se fera sur les bases suivantes :
- 1.5.9.1.** Valeurs à retenir :
- tôles et bandes : 7,85 kg/m<sup>2</sup> par mm d'épaisseur ;
  - profilés normalisés : masses selon les normes DIN ;
  - autres profilés : masses telles qu'elles ressortent des catalogues des fabricants.
- 1.5.9.2.** Pour le calcul des masses, on ne tient pas compte des éléments d'assemblages tels que boulons, rivets, métal d'apport.
- 1.5.9.3.** Dans le cas d'éléments ou d'ouvrages en acier galvanisé, les masses déterminées selon les principes ci-dessus sont majorées de 5% pour tenir compte de l'augmentation liée à la galvanisation.
- 1.5.10.** Les raccords, pièces spéciales et fixations pour les conduits aérauliques ≤ DN 100 sont compris dans les prix unitaires. Les raccords et pièces spéciales pour les conduits aérauliques > DN 100 sont à métrer suivant les positions spécifiques du cahier des charges.

## 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. Installations de chantier et accessibilité conformément au PGSS (Plan général de sécurité et de santé).
- 2.1.2. Nature, emplacement, dimensions, forme et dates du montage et du démontage des échafaudages mis à disposition de l'opérateur économique.
- 2.1.3. Direction des vents dominants.
- 2.1.4. Constructions environnantes.
- 2.1.5. Constitution des planchers et toitures, isolants, étanchéité.

### 2.2. Informations relatives à l'exécution

- 2.2.1. Quantité, nature, position, dimensions, matériaux et configuration des ouvrages à réaliser.
- 2.2.2. Étendue des prestations à la charge de l'opérateur économique concernant les circuits électriques internes, y compris le raccordement aux bornes.
- 2.2.3. Nature et besoins - par exemple besoins en énergie - de composants qui ne sont pas à la charge du lot.
- 2.2.4. Paliers de pression et classes d'étanchéité exigés pour les réseaux aérauliques.
- 2.2.5. Nombre, nature et dimensions des ouvertures du réseau aéraulique (pour interventions techniques ou d'hygiénisation) et des trappes correspondantes.
- 2.2.6. Fourniture des autorisations, contrôles et réceptions.
- 2.2.7. Nombre, nature et dimensions des échantillons et prototypes. Emplacement de leur mise en œuvre.
- 2.2.8. Nature et étendue des mesures de précautions hivernales.
- 2.2.9. Protection d'éléments de construction, d'équipements, d'ouvrages d'accompagnement etc.
- 2.2.10. Prescriptions particulières concernant les traversées des murs, cloisons et planchers.
- 2.2.11. Prescriptions en matière de protection incendie, d'isolation thermique et acoustique, de protection contre l'humidité, de protection contre les rayonnements et d'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment.
- 2.2.12. Prescriptions concernant les réseaux à installer sur le plancher brut.

- 2.2.13.** Nature et étendue des prestations destinées à la création de zones d'ambiances différentes.
- 2.2.14.** Contraintes physiques et chimiques particulières auxquelles les matériaux et éléments de construction sont exposés après leur mise en œuvre.
- 2.2.15.** Nature et étendue des mesures d'hygiène.
- 2.2.16.** Nature et étendue des mesures de protection anticorrosion.
- 2.2.17.** Nature, dimensions, importance et configuration du calorifugeage et de l'isolation destinée à éviter la condensation.
- 2.2.18.** Nature et étendue des dispositions provisoires, par exemple pour l'alimentation et l'évacuation des fluides.
- 2.2.19.** Date(s) de la mise en service (éventuellement échelonnée).
- 2.2.20.** Interfaces avec les autres lots.
- 2.2.21.** Prescriptions relatives au raccordement à la GTB.
- 2.2.22.** Nature et étendue des prestations pour une mise en service impliquant plusieurs corps d'état.
- 2.2.23.** Nature et nombre de documents à fournir, par exemple :
  - schémas détaillés des installations et/ou schémas de principe ;
  - plans de l'existant ;
  - liste des composants, comprenant tous les dispositifs de mesure, contrôle et régulation ;
  - description du fonctionnement, y compris régulation ;
  - calcul des besoins en énergie.
- 2.2.24.** Niveau d'exigence et étendue des mesures selon ILNAS EN 12599 « Ventilation des bâtiments - Procédures d'essai et méthodes de mesure pour la réception des installations de conditionnement d'air et de ventilation ».
- 2.2.25.** Réalisation de mesures en fonctionnement.
- 2.2.26.** Proposition d'un contrat d'entretien / de maintenance.
- 2.2.27.** Nature et nombre de pièces du dossier du projet / notes de calcul à fournir à l'opérateur économique pour l'appréciation et l'exécution des travaux.
- 2.2.28.** Nature, étendue et mise en œuvre des prestations pour la protection contre la pénétration de la pluie et de la neige.
- 2.2.29.** Nature des raccords des conduits aérauliques - brides, emboîtements, rivetage, vissage, par exemple.
- 2.2.30.** Nature et nombre des aubes directrices.
- 2.2.31.** Nature et étendue du marquage des conduits de ventilation.
- 2.2.32.** Nature et étendue des contrôles de l'état des conduits et éléments d'installation existants.

- 2.2.33.** Nature, état et capacité portante du support, par exemple acier, béton, maçonnerie enduite ou non, bois.
- 2.2.34.** Production et traitement de fluides agressifs et contaminés.
- 2.2.35.** Nombre, nature, position, dimensions des évidements à réaliser ou à obturer.
- 2.2.36.** Nombre, nature, position, dimensions et masses des éléments d'installation et ouvrages incorporés.
- 2.2.37.** Forme et division des surfaces, trame et configuration des joints.
- 2.2.38.** Nombre, nature, emplacement, dimensions et état des surfaces rampantes, courbes et autres.
- 2.2.39.** Exécution anticipée ou différée d'une ou plusieurs parties de la prestation.
- 2.2.40.** Indications relatives à des installations de traitement d'air particulières, par exemple installations de désenfumage, systèmes de mise en surpression.

### **2.3. Unités de décompte**

Dans le détail estimatif, les unités de décompte à prévoir sont les suivantes :

- 2.3.1.** Surfaces (m<sup>2</sup>), pour les conduits aérauliques rectangulaires et les pièces de forme associées telles que bouchons, Abschlussdeckel, cloisons et recouvrements, pièces de longueur spéciale
- 2.3.2.** Longueurs (m), avec distinction selon la nature et selon les dimensions.
- 2.3.3.** Unité (u), avec distinction selon la nature et les dimensions.
- 2.3.4.** Masses (kg, t), avec distinction selon la nature et les dimensions, pour les dispositifs de fixation particuliers, par exemple supports, points fixes.



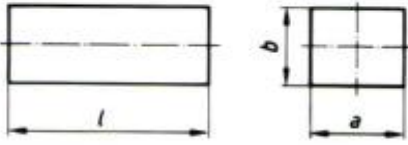
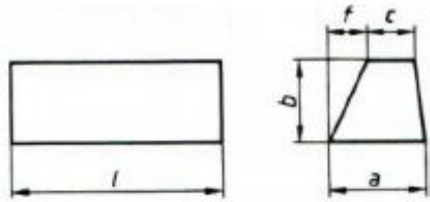
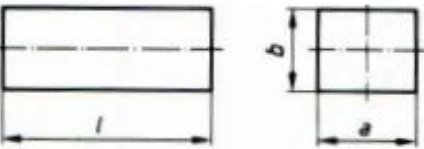


### 3. ANNEXES

Tableau 1 - classes F1 à F5 pour décompte

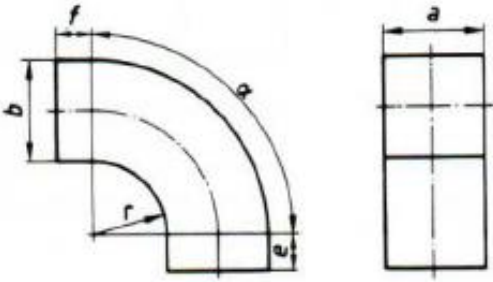
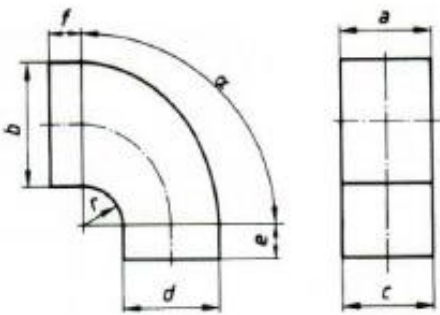
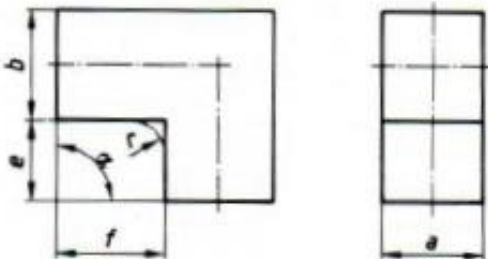
Nr.	Conduit de ventilation Classes F1 à F5	Pièce de forme	longueur max de la pièce mm
1	L 1	F 1	bis 500
2	L 2	F 2	über 500 bis 1000
3	L 3	F 3	über 1000 bis 1500
4	L 4	F 4	über 1500 bis 2000
5	L 5	F 5	über 2000

*Tableau 2 - Conduits aérauliques et pièces de forme, plus grands périmètres, plus grandes longueurs et surfaces*

Dimensions en millimètres

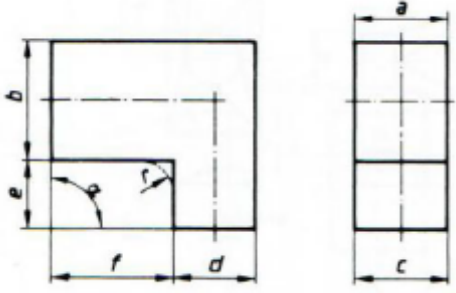
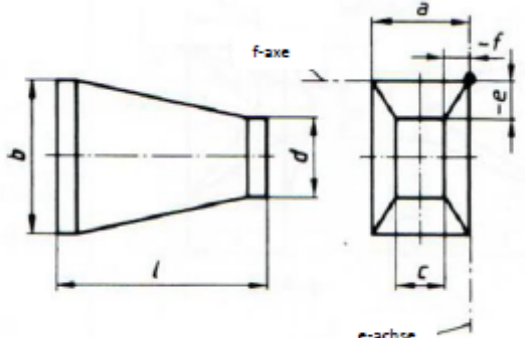
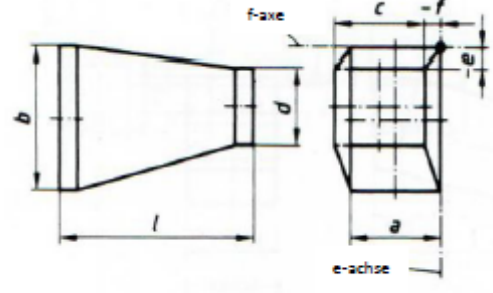
Nr.	Désignation Symbole Dimensions min ou max <sup>1)</sup>	Esquisses, dimensions	Périmètre max $U_{max}^{2)}$	Longueur max de a à c resp. Ø d $l_{max}^{2)}$
1	Conduit de ventilation L $l > 900$		$2 \cdot (a + b)$	$l$ dans le cas de longueurs sur mesure: $l + 200$
2	Conduit de ventilation trapézoïdal 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 réduit SU $l \leq 900$ $c = a$		$2 \cdot (a + b)$	$\sqrt{(l^2 + (b - d)^2)}$
5	Manchon cylindrique SR $l \leq 500$		$\pi \cdot d$	$l$
<p><sup>1)</sup> Pour les conduits L (<math>l &gt; 900</math>), les classes L du Tableau 1 (Annexe 1) s'appliquent, pour tous les autres éléments, les classes F1 à F5 de ce même tableau.</p> <p><sup>2)</sup> Si plusieurs formules sont données pour le calcul de <math>U_{max}</math> et <math>l_{max}</math>, le calcul des surfaces se fera en retenant celles qui donnent les valeurs maximales de U et de I.</p>				

Dimensions en millimètres

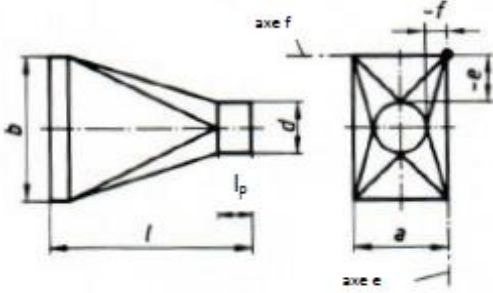
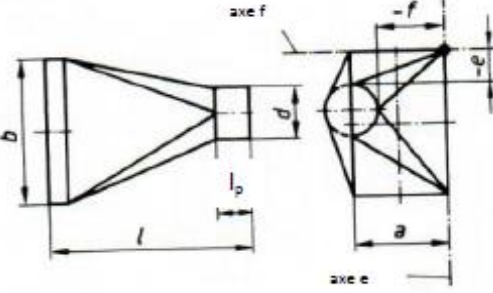
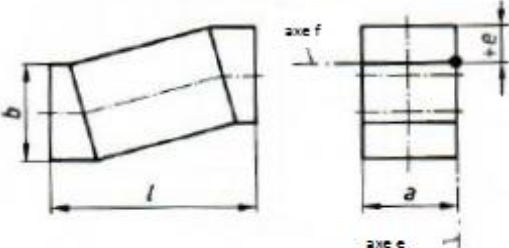
Nr.	Désignation Symbole Dimensions min ou max <sup>1)</sup>	Esquisses, dimensions	Périmètre max $U_{max}^{2)}$	Longueur max de a à c resp. Ø d $l_{max}^{2)}$
6	Coude symétrique BS $e \leq 500$ $f \leq 500$		$2 \cdot (a + b)$	$\frac{\alpha \cdot \pi(r + b)}{180} + e + f$
7	Coude réduit BA $c = a$ $e \leq 500$ $f \leq 500$		$2 \cdot (a + b)$	si $b \geq d$ : $\frac{\alpha \cdot \pi(r + b)}{180} + e + f$
			$2 \cdot (c + d)$	si $b < d$ : $\frac{\alpha \cdot \pi(r + d)}{180} + e + f\alpha$
8	Coude d'équerre symétrique WS $r = 0^{3)}$ $e \leq 500$ $f \leq 500$		$2 \cdot (a + b)$	$2 \cdot b + e + f$

<sup>1)</sup> Pour les conduits L ( $l > 900$ ), les classes L du Tableau 1 (Annexe 1) s'appliquent, pour tous les autres éléments, les classes F1 à F5 de ce même tableau.  
<sup>2)</sup> Si plusieurs formules sont données pour le calcul de  $U_{max}$  et  $l_{max}$ , le calcul des surfaces se fera en retenant celles qui donnent les valeurs maximales de U et de I.  
<sup>3)</sup> Sauf autre indication

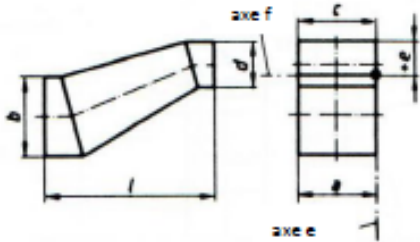
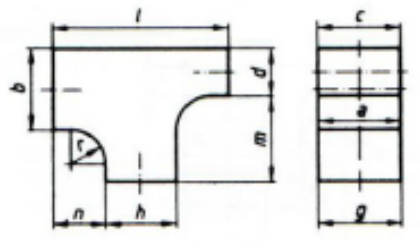
Dimensions en millimètres

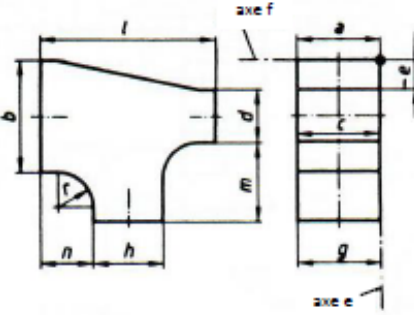
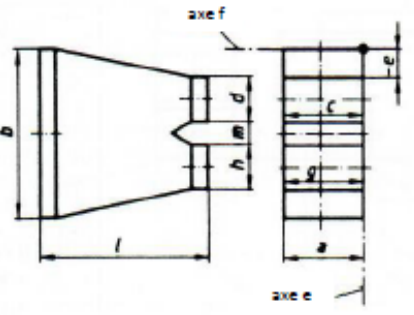
Nr.	Désignation Symbole Dimensions min ou max <sup>1)</sup>	Esquisses, dimensions	Périmètre max $U_{max}^{2)}$	Longueur max de a à c resp. $\varnothing d$ $l_{max}^{2)}$
9	Coude d'équerre réduit WA $r = 0^{3)}$ $e \leq 500$ $f \leq 500$		$2 \cdot (a + b)$	si $b \geq d$ : $b + d + e + f$  si $b < d$ : $b + d + e + f$
10	<sup>4)</sup> Réduction centrée US $e = \frac{b - d}{2}$ $f = \frac{a - c}{2}$		si $a + b \geq c + d$ : $2 \cdot (a + b)$	si $e \geq f$ : $\sqrt{(l^2 + e^2)}$  si $e < f$ : $\sqrt{(l^2 + f^2)}$
11	<sup>4)</sup> Réduction excentrée UA		si $a + b \geq c + d$ : $2 \cdot (a + b)$	si $b - d + e \geq e$ : $\sqrt{l^2 + (b - d + e)^2}$  si $b - d + e < e$ : $\sqrt{(l^2 + e^2)}$  si $a - c + f \geq f$ : $\sqrt{l^2 + (a - c + f)^2}$  si $a - c + f < f$ : $\sqrt{(l^2 + f^2)}$
<sup>1)</sup> Pour les conduits L ( $l > 900$ ), les classes L du Tableau 1 (Annexe 1) s'appliquent, pour tous les autres éléments, les classes F1 à F5 de ce même tableau. <sup>2)</sup> Si plusieurs formules sont données pour le calcul de $U_{max}$ et $l_{max}$ , le calcul des surfaces se fera en retenant celles qui donnent les valeurs maximales de U et de I. <sup>3)</sup> Sauf autre indication <sup>4)</sup> L'origine est toujours prise dans l'angle supérieur droit de la vue gauche. Pour les conditions énoncées, le terme de comparaison est pris à sa valeur absolue.				

Dimensions en millimètres

Nr.	Désignation Symbole Dimensions min ou max <sup>1)</sup>	Esquisses, dimensions	Périmètre max $U_{max}^{2)}$	Longueur max de a à c resp. Ø d $l_{max}^{2)}$
12	<sup>4)</sup> Transformation rectangulaire/ circulaire, centrée RS $e = \frac{b-d}{2}$ $f = \frac{a-d}{2}$	 <p style="text-align: center;"><math>l_p</math> selon ILNAS EN 1506</p>	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	<sup>4)</sup> Transformation rectangulaire/ circulaire, excentrée RA	 <p style="text-align: center;"><math>l_p</math> selon ILNAS EN 1506</p>	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	<sup>4)</sup> Déport symétriques ES $f = 0$		$2 \cdot (a + b)$	$\sqrt{l^2 + e^2}$
<sup>1)</sup> Pour les conduits L ( $l > 900$ ), les classes L du Tableau 1 (Annexe 1) s'appliquent, pour tous les autres éléments, les classes F1 à F5 de ce même tableau. <sup>2)</sup> Si plusieurs formules sont données pour le calcul de $U_{max}$ et $l_{max}$ , le calcul des surfaces se fera en retenant celles qui donnent les valeurs maximales de U et de I. <sup>3)</sup> Sauf autre indication <sup>4)</sup> L'origine est toujours prise dans l'angle supérieur droit de la vue gauche. Pour les conditions énoncées, le terme de comparaison est pris à sa valeur absolue.				

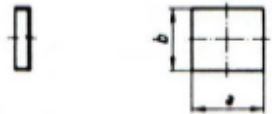





Nr.	Désignation Symbole Dimensions min ou max 1)	Esquisses, dimensions	périmètre max  $U_{\max}^{2)}$	longueur max a bis c bzw. Ø d $l_{\max}^{2)}$
15	4) Déport réduit EA $c = a$ $f = 0$		si $b \geq d$ : $2 \cdot (a + b)$	si $b - d + e \geq e$ : $\sqrt{l^2 + (b - d + e)^2}$
16	Té à 90° droit TG $g = c = a$		a) partie continue  si $a + b \geq c + d$ : $2 \cdot (a + b)$	si $a + b < c + d$ : $2 \cdot (c + d)$
b) dérivation  si $d + m - b \geq m$ : $d + m - b$			si $d + m - b < m$ : $m$	
Les surfaces de a) et b) sont à additionner.				
1) Pour les conduits L ( $l > 900$ ), les classes L du Tableau 1 (Annexe 1) s'appliquent, pour tous les autres éléments, les classes F1 à F5 de ce même tableau.				
2) Si plusieurs formules sont données pour le calcul de $U_{\max}$ et $l_{\max}$ , le calcul des surfaces se fera en retenant celles qui donnent les valeurs maximales de U et de I.				
3) Sauf autre indication				
4) L'origine est toujours prise dans l'angle supérieur droit de la vue gauche. Pour les conditions énoncées, le terme de comparaison est pris à sa valeur absolue.				

Nr.	Désignation Symbole Dimensions min ou max 1)	Esquisses, dimensions	périmètre max  $U_{\max}^{2)}$	longueur max de a à c resp. Ø d $l_{\max}^{2)}$
17	Té à 90° biais TA $g = c = a$		a) partie continue  si $b \geq d$ : $2 \cdot (a + b)$  si $b < d$ : $2 \cdot (c + d)$	$\sqrt{(l^2 + e^2)}$
			b) dérivation  $2 \cdot (g + h)$	si $d + m - b - e \geq m$ : $d + m - b - e$ si $d + m - b - e < m$ : $m$  Les surfaces de a) et b) sont à additionner.
18	4) Culotte droite EA $g = c = a$ $f = 0$ $m \geq 2$ hauteur de bride		si $b \geq d + m + h$ : $2 \cdot (a + b)$	si $b - h - m - d + e \geq e$ : $\sqrt{l^2 + (b - h - m - d + e)^2}$
			si $b < d + m + h$ : $2 \cdot (c + d + m + h)$	si $b - h - m - d + e < e$ : $\sqrt{(l^2 + e^2)}$
1) Pour les conduits L ( $l > 900$ ), les classes L du Tableau 1 (Annexe 1) s'appliquent, pour tous les autres éléments, les classes F1 à F5 de ce même tableau. 2) Si plusieurs formules sont données pour le calcul de $U_{\max}$ et $l_{\max}$ , le calcul des surfaces se fera en retenant celles qui donnent les valeurs maximales de U et de I. 3) Sauf autre indication 4) L'origine est toujours prise dans l'angle supérieur droit de la vue gauche. Pour les conditions énoncées, le terme de comparaison est pris à sa valeur absolue.				



Dimensions en millimètres

Nr.	Désignation Symbole Dimensions min ou max 1)	Esquisses, dimensions	périmètre max $U_{max}^{2)}$										
19	Bouchon BO		$a \cdot b$										
20	Cloison TR		$b \cdot l$										
			$a \cdot l$										
21	Aube directrice LB		$\frac{a \cdot \pi \cdot r}{180} \cdot a$ <p>Seules interviennent dans le décompte les aubes directrices dont le nombre est supérieur aux valeurs ci-dessous:</p> <table border="1" data-bbox="858 1167 1219 1397"> <thead> <tr> <th data-bbox="858 1167 1054 1285">longueur <math>b</math> de la pièce :</th> <th data-bbox="1054 1167 1219 1285">Nombre d'aubes directrices</th> </tr> <tr> <th data-bbox="858 1285 1054 1317">mm</th> <th data-bbox="1054 1285 1219 1317"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="858 1317 1054 1348">400 bis 800</td> <td data-bbox="1054 1317 1219 1348">1</td> </tr> <tr> <td data-bbox="858 1348 1054 1379">&gt;800 et <math>\leq 1600</math></td> <td data-bbox="1054 1348 1219 1379">2</td> </tr> <tr> <td data-bbox="858 1379 1054 1397">&gt; 1600</td> <td data-bbox="1054 1379 1219 1397">3</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>(selon ILNAS EN 1505)</small></p>	longueur $b$ de la pièce :	Nombre d'aubes directrices	mm		400 bis 800	1	>800 et $\leq 1600$	2	> 1600	3
longueur $b$ de la pièce :	Nombre d'aubes directrices												
mm													
400 bis 800	1												
>800 et $\leq 1600$	2												
> 1600	3												
Ensemble préfabriqué KO		Ensemble formé par la combinaison par exemple d'un tronçon de conduit et d'une pièce de forme ou la combinaison de plusieurs pièces de forme, montées en atelier sur un cadre	La surface est la somme des surfaces des composantes de l'ensemble										
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										
		Raccords coulissants, manchons pour bouches de diffusion, caissons de diffusion, découpes pour diffuseurs, 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 (<math>l &gt; 900</math>), les classes L du Tableau 1 (Annexe 1) s'appliquent, pour tous les autres éléments, les classes F1 à F5 de ce même tableau.</p> <p>2) Si plusieurs formules sont données pour le calcul de <math>U_{max}</math> et <math>I_{max}</math>, 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) L'origine est toujours prise dans l'angle supérieur droit de la vue gauche. Pour les conditions énoncées, le terme de comparaison est pris à sa valeur absolue.</p>													