



CRTI·B

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

CTG. 040

INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE ET DE PREPARATION D'EAU CHAUDE

Version 6.0 / 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	6
1.3. Exécution	7
1.4. Prestations spécifiques.....	18
1.5. Décompte.....	23
2. Recommandations pour l'élaboration du cahier des charges.....	27
2.1. Informations relatives au chantier	27
2.2. Informations relatives à l'exécution	27
2.3. Unités de décompte.....	29

1. Clauses techniques générales

1.1. Domaine d'application

- 1.1.1.** La CTG. 040. « Installations de chauffage et de préparation d'eau chaude » concerne la réalisation des installations de chauffage central ainsi que la réalisation des installations de production d'eau chaude centralisée. La CTG. 040. s'applique également à la réalisation des réseaux de chaleur et de froid utilisant de l'eau ou un mélange aqueux comme vecteur énergétique.
- 1.1.2.** La réalisation d'installations de chauffage et d'installations de production d'eau chaude est effectuée suivant les normes en vigueur, par ordre de priorité décroissant, notamment :
- les textes réglementaires luxembourgeois suivants :
 - « loi du 29 avril 2011 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 7 octobre 2014 relatif
 - aux installations de combustion alimentées en combustible solide ou liquide d'une puissance nominale utile supérieure à 7 kW et inférieure à 20 MW ;
 - aux installations de combustion alimentées en combustible gazeux d'une puissance nominale utile supérieure à 3 MW et inférieure à 20 MW » ;
 - « règlement grand-ducal du 26 mai 2014 modifiant le règlement grand-ducal du 27 février 2010 concernant les installations à gaz » ;
 - « règlement grand-ducal du 7 octobre 2002 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine », ainsi que toutes les modifications ultérieures, par exemple :
 - « règlement grand-ducal du 26 décembre 2012 modifiant le règlement grand-ducal modifié du 7 octobre 2002 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine » ;
 - « règlement grand-ducal du 16 décembre 2015 modifiant:
 - le règlement grand-ducal du 7 octobre 2002 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine" ;
 - « règlement grand-ducal modifié du 31 août 2010 concernant la performance énergétique des bâtiments fonctionnels » ;
 - « règlement grand-ducal modifié du 30 novembre 2007 concernant la performance énergétique des bâtiments d'habitation » ;
 - les normes européennes et les normes DIN ;

- Dispositions générales :
 - DIN 4703-3 Raumheizkörper—Teil 3: Umrechnung der Norm-Wärmeleistung
 - DIN 4755 Ölfeuerungsanlagen — Technische Regel Ölfeuerungsinstallation (TRÖ) — Prüfung
 - ILNAS EN 12977-1 Installations solaires thermiques et leurs composants — Installations assemblées à façon — Partie 1 : exigences générales pour chauffe-eau solaires et installations solaires combinées
 - ILNAS EN 14336 Systèmes de chauffage dans les bâtiments — Installation et commissionnement des systèmes de chauffage à eau
- Dispositifs de sécurité :
 - DIN 4754 (toutes les parties) Wärmeübertragungsanlagen mit organischen Wärmeträgern
- Installations d'alimentation en énergie :
 - TRwS 791-1 Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS) — Heizölverbraucheranlagen — Teil 1: Errichtung, betriebliche Anforderungen und Stilllegung von Heizölverbraucheranlagen
 - spécifications techniques de raccordement des distributeurs locaux d'énergie.
- Systèmes d'évacuation des fumées
 - DIN V 18160-1 Abgasanlagen — Teil 1: Planung und Ausführung Rohrleitungen
- Canalisations
 - ILNAS EN 1610 - Mise en œuvre et essai des branchements et canalisations d'assainissement
- Chauffage par le sol
 - ILNAS EN 1264-1 Systèmes de surfaces chauffantes et rafraîchissantes hydrauliques intégrées — Partie 1 : définitions et symboles
 - ILNAS EN 1264-4 Systèmes de surfaces chauffantes et rafraîchissantes hydrauliques intégrées — Partie 4 : installation
- lorsque l'installation doit faire l'objet de dispositions en matière de protection acoustique, les réglementations en vigueur au Luxembourg (voir également 1.3.14).

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 sont si possible de fabrication similaire. Ceci vaut particulièrement pour les appareils, vannes, robinetteries, pompes, relais, dispositifs de régulation.
- Les appareils et machines doivent être choisis de manière à passer dans les ouvertures et les cages d'escalier prévues sur les plans du dossier de soumission.
- 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'utilisation des matériaux et éléments de construction est soumise en particulier aux règlements techniques suivants :
 - Chaudières à vapeur
 - Technische Regeln für Dampfkessel (TRD)
 - Combustibles liquides
 - TRGS 509, Technische Regeln für Gefahrstoffe — Lagern von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern sowie Füll und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter
 - Combustibles gazeux
 - DVGW-TRF, Technische Regeln Flüssiggas
 - DVGW G 600, DVGW-TRGI, Technische Regel für Gasinstallationen.

- Réseaux de chaleur
- AGFW-Richtlinien

1.2.3. 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 — Parties 1 à 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 chauffage et de préparation d'eau chaude doivent être compatibles entre eux et conçus de façon à produire les performances demandées, à assurer la sécurité de l'installation, à permettre un fonctionnement économique et à réduire au minimum la corrosion et l'entartrage. Ceci concerne en particulier les générateurs de chaleur, les systèmes de chauffage, les installations d'évacuation des fumées, les combustibles, les types d'énergie prévus et les propriétés du vecteur énergétique concerné. L'influence de la température, de la pression, des fumées etc. doit être prise en compte.

Les éléments d'installation doivent être dimensionnés de sorte que les conditions de fonctionnement soient assurées.

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 pompes, la justification de la performance énergétique et les principales caractéristiques énergétiques à la base du rendement en énergie primaire ;
- les puissances des générateurs de chaleur et échangeurs de chaleur ;
- les données relatives à la protection incendie, à la protection acoustique et à l'isolation thermique ;
- Les données relatives au passeport énergétiques.

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 :

- le schéma de principe ;
- la description du fonctionnement ;
- la charge thermique ;
- la puissance utile des générateurs et des émetteurs de chaleur ;
- les sections et configurations des installations d'évacuation des fumées ;
- les dispositifs de sécurité ;
- les sections des conduites, le dimensionnement des pompes et l'équilibrage du réseau hydraulique ;

- les dispositifs de mesure, de contrôle et de régulation ;
- la protection acoustique ;
- l'isolation thermique ;
- la protection incendie ;
- 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 des installations d'évacuation des fumées, la section inappropriée des conduits de fumée, des conduits aérauliques et 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 ;
- les conditions impropres à la reprise des efforts de réaction,
- l'absence de repères ;
- les conditions ambiantes (intérieures et extérieures) inadaptées (voir 1.3.1.5) ;
- la qualité inadéquate de l'eau de remplissage ;
- 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 tubes multicouches en couronnes, 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 conduites 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 sont dommageables à la protection.

1.3.1.8. Le pouvoir adjudicateur doit s'occuper des autorisations et réceptions techniques nécessaires à l'exécution.

1.3.1.9. Dans le cas où des efforts de réaction doivent être repris par la construction, ceux-ci doivent être déterminés par l'opérateur économique, qui doit en informer le pouvoir adjudicateur avant le début de la prestation.

1.3.2. Exigences

Dans le cas de l'exécution d'installations multivalentes, on veillera tout particulièrement à accorder les systèmes de chauffage aux systèmes de régulation et inversement.

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'entrepreneur 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

- Les tubes doivent être posés de manière à pouvoir se dilater sans provoquer de désordres. Qu'ils soient disposés parallèlement ou qu'ils se croisent, ils ne doivent pas être en contact, y compris en cas de dilatation.
- Lors de la pose des conduites, un espace suffisant doit être prévu entre les tubes pour permettre de les calorifuger individuellement.
- Les dispositions particulières relatives à la pose sont reprises dans les clauses techniques particulières.

- Les conduites doivent en outre être posées de telle sorte que les trappes de visite etc. soient librement accessibles et manœuvrables.
- les raccords amovibles dont l'étanchéité n'est pas assurée dans la durée doivent être accessibles.
- 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.
- Il est strictement interdit de loger les raccords amovibles des conduites en matière synthétique dans les chapes et les murs.
- Les appareils et machines doivent être raccordés à l'aide de fixations amovibles.
- Les conduites d'évacuation doivent être étanches à l'eau et à l'air d'une façon permanente et durable.
- Les réductions doivent être réalisées de façon à éviter des turbulences hydrauliques.
- Les travaux de soudage doivent être réalisés par des soudeurs expérimentés.

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

1.3.7. Installation

- Les circuits individuels doivent être équipés d'une vanne d'isolement et d'un robinet de vidange.
- Les appareils, machines et collecteurs doivent être munis de vannes d'isolement.
- Des robinets de vidange doivent être installés à tous les points bas.
- Les émetteurs de chaleur doivent être munis de purgeurs.
- 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 appareils doivent être posés et raccordés de façon à garantir un accès facile pour les opérations de mesurage et d'entretien.

- En chaufferie, les installations d'évacuation des fumées doivent être équipées d'un clapet d'explosion.
- Les éléments d'installations tels que appareils et machines, vannes, tuyauteries, tableaux électriques doivent être munis de plaques signalétiques.
- Les robinets ayant les mêmes fonctions doivent être de même type.
- Toute centrale et sous-station doit être équipée d'un schéma détaillé de l'installation, plastifié ou sous verre.

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

1.3.8. Fixation

- La fixation des tuyaux 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 tuyaux 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. Emetteurs de chaleur

Les émetteurs de chaleur doivent être raccordés aux tuyauteries de telle sorte qu'ils puissent être aisément démontés, vidangés et déposés. Les émetteurs de chaleur et leur robinetterie doivent être facilement accessibles.

1.3.11. Calorifugeage

- Les conduites installées dans des locaux non-chauffés, tout comme les collecteurs départ / retour, doivent être soigneusement calorifugés.
- Les conduites et les composants métalliques 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.
- Les extrémités du calorifugeage doivent être dotées de manchettes compatibles avec le matériel d'isolation.
- Chaque tuyau doit être calorifugé séparément.

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

1.3.12. 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 murs, cloisons et planchers coupe-feu doivent être munis de fourreaux auto-rétractables ou auto-expansifs en cas d'incendie.

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

1.3.13. Protections, dilatation

- Les appareils et machines doivent être protégés jusqu'à leur réception.
- Le contact direct entre les conduites et leur fixation 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 les travaux de montage, l'opérateur économique doit veiller à ce qu'aucun corps étranger ne puisse pénétrer dans les tubes.
- Lors de la conception et de la réalisation du réseau hydraulique, des dispositions doivent être prises pour en garantir la dilatation aux températures de fonctionnement prévues.

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

1.3.14. 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 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.

1.3.15. Peinture

- Les parties en acier des installations qui n'ont pas reçu de traitement doivent être munies d'une couche de peinture anti-corrosion.
- Des flèches indiquant la direction de flux doivent être appliquées de façon visible sur les tuyauteries.
- Des bandes de couleur ou des flèches indiquant la direction de flux doivent être appliquées aux tuyauteries pour permettre l'identification des différents circuits dans les locaux techniques.

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

1.3.16. 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.

1.3.17. Contrôle d'étanchéité

- Avant la fermeture des saignées, des percements et des faux-plafonds et, le cas échéant, avant la mise en œuvre de la chape ou de tout autre recouvrement, l'opérateur économique doit procéder à un contrôle d'étanchéité de l'installation.
- Les installations de chauffage à eau chaude et les installations de production d'eau chaude doivent être contrôlées conformément à la DIN EN 14336 « Systèmes de chauffage dans les bâtiments - Installation et commissionnement des systèmes de chauffage à eau ». L'essai d'étanchéité peut être du type hydraulique ou pneumatique.
- Les chaudières à vapeur doivent être testées pour une pression correspondant à la pression de déclenchement de la soupape de sécurité. On tiendra en outre compte des "Technische Regeln für Dampfkessel" (TRD), série 500.
- Un PV d'essai doit être établi pour les contrôles d'étanchéité et de pression. Il comportera :
 - la date du contrôle, le nom et la signature du contrôleur,
 - les caractéristiques de l'installation telles que lieu d'implantation et pression de service maximale autorisée, rapportée au point bas de l'installation,
 - la pression d'essai, rapportée à la pression de déclenchement de la soupape de sécurité,
 - la durée de la sollicitation en pression,
 - la confirmation que l'installation est étanche et qu'il ne subsiste aucune déformation rémanente sur aucun des composants.

1.3.18. Essais de circulation

- Avant la mise en service des pompes, l'opérateur économique doit procéder à un rinçage général du réseau hydraulique et de l'ensemble des appareils raccordés, et doit nettoyer tous les filtres.
- Il procède à l'équilibrage hydraulique, qu'il documente.

1.3.19. Réglage de l'installation

- L'opérateur économique doit régler les composants de l'installation de telle sorte que les fonctions et les performances prévues soient bien assurées et que les dispositions légales soient satisfaites.
- L'équilibrage hydraulique doit être réalisé pour les valeurs de réglage calculées et doit être documenté.
- Le réglage doit être effectué avant la réception.

Lors des essais et avant la réception, les dispositifs automatiques de régulation et de commandes et les dispositifs de sécurité doivent être réglés conformément aux spécifications.

1.3.20. 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 et de l'organisme de contrôle désigné.
- 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.

1.3.21. Contrôle d'intégralité

Le contrôle d'intégralité comprend :

- la comparaison de l'installation livrée au regard du cahier des charges - quantités, matériaux et, le cas échéant, caractéristiques et pièces de rechange,
- le contrôle du respect des prescriptions légales et contractuelles,
- la vérification que tous les documents nécessaires à l'exploitation de l'installation sont fournis.

1.3.22. 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 générateurs et les émetteurs de chaleur,
- les dispositifs de régulation et de contrôle.

Les crépines et les filtres doivent être nettoyés après l'essai.

1.3.23. 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. -, 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 des installations ;
 - le schéma de principe des installations ;
 - les schémas électriques ;
 - les schémas de câblage ;
 - les certificats d'étanchéité du réseau hydraulique ;
 - les listes des points de consigne hydrauliques et électriques ;
 - 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.
- Les documents doivent être remis en 3 exemplaires papier et/ou sur support informatique, à savoir 2 exemplaires pour le pouvoir adjudicateur et 1 exemplaire pour le bureau d'études.

1.3.23.1. 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.** Vérification des documents du pouvoir adjudicateur et des prestations dues conformément à 1.3.1.2.
- 1.4.1.3.** 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.
- 1.4.1.4.** 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.

- 1.4.1.5.** Fourniture et fixation de plaques signalétiques indiquant le type et la puissance.
- 1.4.1.6.** Réglage et ajustement des installations et équipements, documentation de l'équilibrage hydraulique, et contrôle de fonctionnalité selon 1.3.19.
- 1.4.1.7.** Raccordements, traversées de murs, cloisons ou planchers, en dehors de toute exigences particulières et des prestations prévues en 1.4.2.13.
- 1.4.1.8.** Pose de consoles et de supports, hors prestations prévues en 1.4.2.15.
- 1.4.1.9.** Protection des éléments de construction et équipements contre les salissures et dommages éventuels au cours des travaux sur les installations de chauffage et de production d'eau chaude (recouvrir les éléments à protéger, les emballer, les décrocher), à l'exception des mesures de protection prévues en 1.4.2.34.
- 1.4.1.10.** Présentation d'échantillons de surface et de couleur.
- 1.4.1.11.** Chutes de matériaux.
- 1.4.1.12.** Raccords et pièces spéciales pour conduites \leq DN50.
- 1.4.1.13.** Outils et équipements nécessaires à la mise en œuvre de l'installation.
- 1.4.1.14.** Appareils de mesurage pour la mise en service et la réception.
- 1.4.1.15.** Application d'une couche de peinture anticorrosion sur toutes les parties en acier non traitées.
- 1.4.1.16.** 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.
- 1.4.1.17.** Rinçage des conduites et établissement des certificats correspondants.
- 1.4.1.18.** Assistance aux réunions de coordination et de sécurité pour autant qu'elles sont organisées en même temps que les autres réunions de chantier.
- 1.4.1.19.** Mise en œuvre de rosaces aux traversées de murs, cloisons et planchers pour les conduites \leq DN 50.

1.4.2. Prestations spéciales

Les prestations spéciales **ne font pas partie intégrante des prix unitaires**. Elles ne sont pas fournies, 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.** Analyses d'eau et essais selon des modes opératoires particuliers.
- 1.4.2.3.** Marquage des percements lorsque leur réalisation n'est pas à la charge du lot.
- 1.4.2.4.** Mesures particulières pour la protection acoustique et antivibratoire des parties d'installations en contact avec la structure du bâtiment.
- 1.4.2.5.** 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.
- 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 et planchers 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 conduites > DN 50.
- 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 pour pompes, réservoirs et autres 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.** Rinçage de conduites d'évacuation ou d'éléments d'installation, y compris mise à disposition des matériels et consommables nécessaires à cet effet, dans le cas où les conduites ou éléments d'installation ne sont pas à la charge du lot.
- 1.4.2.26.** Fourniture des matériels et fluides nécessaires pour le test de mise sous pression, la mise en service et le test de fonctionnement.
- 1.4.2.27.** Tests de mise sous pression supplémentaires, remplissage et vidange supplémentaires, lorsque les raisons en sont imputables au pouvoir adjudicateur.
- 1.4.2.28.** Contrôles particuliers tels que contrôles des brasures, des soudures, de l'étanchéité à l'air du bâtiment, essais de matériaux.
- 1.4.2.29.** 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.
- 1.4.2.30.** Alimentations électriques des dispositifs de commande, de distribution et de régulation et raccords électriques.
- 1.4.2.31.** Confection et mise en œuvre d'éléments témoins, de prototypes et de maquettes.
- 1.4.2.32.** Séances supplémentaires d'instruction pour le personnel de service et de maintenance (voir 1.3.24).

- 1.4.2.33.** Etablissement des plans de récolement, compris schémas fonctionnels et schémas de principe.
- 1.4.2.34.** 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.
- 1.4.2.35.** Mesures pour la protection contre des conditions météorologiques impropres, comme indiqué en 1.3.1.5.
- 1.4.2.36.** 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.
- 1.4.2.37.** 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.
- 1.4.2.38.** 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.
- 1.4.2.39.** Raccordements étanches à l'air sur ouvrages adjacents.
- 1.4.2.40.** Contrôle des raccordements électriques réalisés par une autre entreprise.
- 1.4.2.41.** Mesures provisoires pour la conduite, la maintenance, la surveillance et le dépannage des installations avant la réception.
- 1.4.2.42.** Extension de garantie pour les installations mises en service avant réception.
- 1.4.2.43.** Peinture de finition des installations.
- 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 gestionnaire du réseau, 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.** Travaux de génie civil tels que : fondations pour appareils / machines, cuves de rétention des réservoirs de combustible, ventilations hautes et basses, tranchées, installations d'évacuation des fumées.
- 1.4.2.49.** Chauffage pendant la phase chantier.

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 éléments d'installation mis en œuvre. On peut y adjoindre les listes de composants.

1.5.6. Pour le décompte suivant métrés, les longueurs des conduites sont mesurées dans l'axe y compris coudes, armatures, raccords et pièces de forme. Les coudes sont comptés jusqu'au point d'intersection des axes. La robinetterie et les pièces spéciales sont comptées en plus.

Les longueurs des conduites, avec leurs raccords et pièces spéciales, sont mesurées dans l'axe, depuis l'intersection avec l'axe.

Les conduites secondaires sont mesurées dans l'axe, depuis l'intersection avec l'axe de la conduite principale (Figure 1).

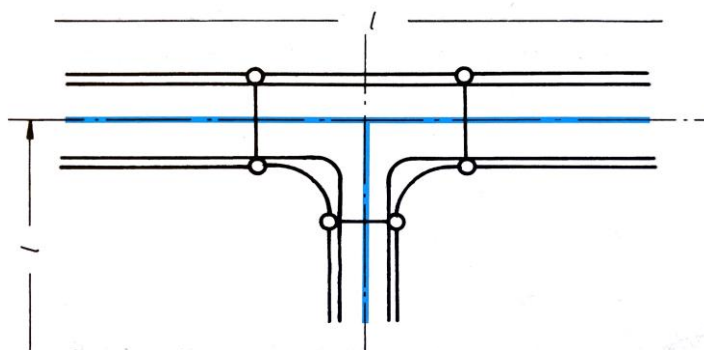


Figure 1

Les coudes sont comptés jusqu'au point d'intersection des axes (Figures 2 et 3).

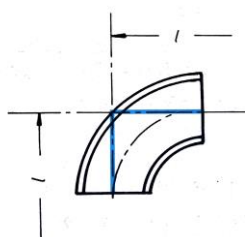


Figure 2

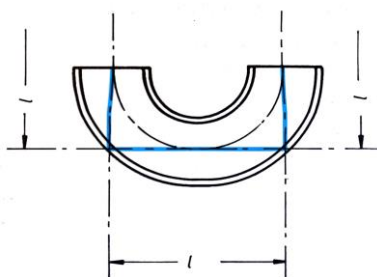


Figure 3

La robinetterie et les pièces spéciales ne sont pas déduites des longueurs et sont comptées en plus (Figure 4).

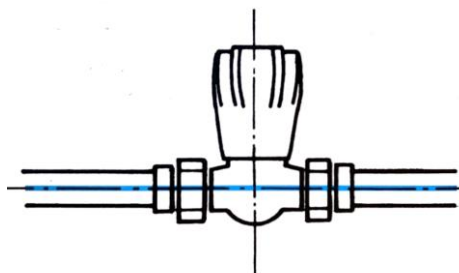


Figure 4

- 1.5.7.** Les raccords et fixations pour conduites \leq DN50 sont compris dans les prix unitaires. Les raccords pour conduites $>$ DN50 sont à métrer suivant les positions spécifiques du cahier des charges.

1.5.8. Les canalisations électriques, fils, conduits et chemins de câbles sont décomptés selon la longueur effective posée, mesurée dans l'axe. Les chutes ne sont pas prises en compte. Les raccords sont décomptés séparément. Le matériel de fixation et les presse-étoupe sont compris dans les prix unitaires.

1.5.9. Chauffage par le sol

1.5.9.1. Le chauffage par le sol, y compris l'isolation, est décompté au m².

Les dimensions à prendre en compte pour le décompte dans le cas d'émetteurs de chaleur plans (planchers chauffants, par exemple) sont déterminées de la façon suivante :

- *pour les surfaces limitées par d'autres éléments de construction, les dimensions à prendre en compte sont celles des surfaces à revêtir, jusqu'au nu de ces éléments considérés sans revêtement, sans enduit ni autre élément analogue (Figures 5 et 7),*
- *pour les surfaces non limitées par d'autres éléments de construction, les dimensions à prendre en compte sont celles des surfaces à revêtir (Figures 6 et 7)*

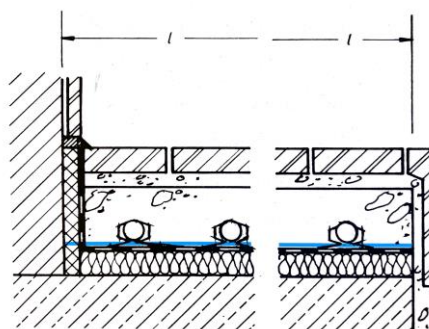


Figure 5

Figure 6

Exemple

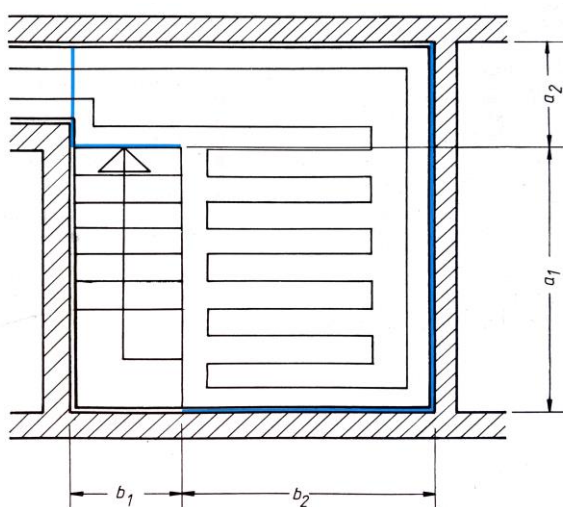


Figure 7

$$A = (a_1 + a_2) \cdot b_2 + b_1 \cdot a_2$$

1.5.9.2. Les chapes sont décomptées au m² en fonction de leur épaisseur.

1.5.9.3. Les collecteurs sont décomptés à l'unité.

1.5.10. Dans le cas d'un décompte selon les masses

il se fera sur les bases suivantes :

1.5.10.1. Valeurs à retenir :

- tôles et bandes : 8 kg/m² par mm d'épaisseur,
- profilés normalisés : masses selon les normes DIN, majorées de 2 % pour tenir compte des tolérances de laminage,
- autres profilés : masses telles qu'elles ressortent des catalogues des fabricants.

1.5.10.2. Dans le cas d'ouvrages boulonnés, soudés ou rivetés, les masses déterminées conformément à 1.5.10.1 sont majorées de 2 %.

1.5.10.3. 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 la galvanisation.

1.5.11. L'isolation est décomptée conformément à la CTG. 047. « Travaux d'isolation et de coupe-feu des installations techniques ».

1.5.12. Règles « vide pour plein »

Pas de règles particulières.

1.5.13. Règles particulières

Pas de règles particulières.

2. Recommandations pour l'élaboration du cahier des charges

Le cahier des charges doit, selon les besoins et selon le cas, comporter 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 de l'étanchéité des constructions ou parties de construction, par exemple cuvelage des sous-sols.
- 2.1.3. 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. Etendue des prestations à la charge de l'opérateur économique concernant les circuits électriques internes, y compris le raccordement aux bornes.
- 2.2.2. Niveaux de pression exigés pour les différents composants de l'installation.
- 2.2.3. Fourniture des autorisations, contrôles et réceptions.
- 2.2.4. Contrôles non destructifs des tuyauteries à haute pression et des tuyauteries difficilement accessibles.
- 2.2.5. Nombre, nature et dimensions des échantillons et prototypes. Emplacement de leur mise en œuvre.
- 2.2.6. Nature et étendue des mesures de précautions hivernales.
- 2.2.7. Réduction de la puissance utile des émetteurs de chaleur par un habillage ou d'autres dispositions.
- 2.2.8. Prescriptions particulières concernant les traversées des murs, cloisons et planchers.
- 2.2.9. Prescriptions en matière de protection incendie, d'isolation thermique et acoustique, de protection contre l'humidité, de protection contre les rayonnements, de performance énergétique et d'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment. Nature et étendue des prestations nécessaires.
- 2.2.10. Contraintes physiques et chimiques particulières auxquelles les matériaux et éléments de construction sont exposés après leur mise en œuvre.
- 2.2.11. Nature et étendue des mesures de protection anticorrosion.
- 2.2.12. Nature, dimensions, importance et configuration du calorifugeage et de l'isolation destinée à éviter la condensation.

- 2.2.13.** Nature et importance des installations provisoires - alimentation provisoire au moyen d'une unité de chauffage mobile, mise à disposition de combustible, mise à disposition d'opérateurs.
- 2.2.14.** Exécution anticipée ou différée d'une ou plusieurs parties de la prestation. Dates de l'achèvement et de la mise en service - éventuellement échelonnées.
- 2.2.15.** Interfaces avec les autres lots.
- 2.2.16.** Informations relatives à la GTB telles que interfaces, définition des interfaces.
- 2.2.17.** Réalisation de mesures en fonctionnement
- 2.2.18.** 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.
- 2.2.19.** Nature, mode opératoire et nombre de tests d'étanchéité et de mise sous pression et détails des composants et appareils à retirer, à remettre en place, à calfeutrer.
- 2.2.20.** Nature, mode opératoire, et envergure des ringages des conduites.
- 2.2.21.** 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.
- 2.2.22.** Nature de l'eau de remplissage.
- 2.2.23.** Production et traitement de fluides agressifs et contaminés.
- 2.2.24.** Revêtements muraux prévus, par exemple faïence, marbre.
- 2.2.25.** Nombre, nature, dimensions et configuration des terminaisons et des raccordements sur ouvrages adjacents, par exemple raccordements étanches à l'air.
- 2.2.26.** Nature, position, dimensions et configuration des joints de dilatation, joints de rupture et autres joints.
- 2.2.27.** Nombre, nature, position, dimensions des évidements à réaliser ou à obturer.
- 2.2.28.** Nombre, nature, position, dimensions et masses des éléments d'installation et ouvrages incorporés.
- 2.2.29.** Nombre, nature, emplacement, dimensions et état des surfaces rampantes, courbes et autres.

2.3. Unités de décompte

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

- 2.3.1.** Surfaces (m²), avec distinction selon la nature, la configuration et l'écartement des tubes pour les émetteurs plans (planchers chauffants, par exemple).
- 2.3.2.** Longueurs (m), avec distinction selon la nature et selon les dimensions pour :
- coques porteuses,
 - tuyauteries,
 - rails de fixation,
 - rinçage des conduites,
 - tests d'étanchéité et de mise sous pression, vérifications de l'état des installations.
- 2.3.3.** Unité (u), avec distinction selon la nature et les dimensions pour :
- coudes, pièces et raccords spéciaux, éléments de liaison et fixations, fournitures pour soudage ou brasage, , matériaux d'étanchéité pour les conduites,
 - raccords amovibles tels que manchons, raccords vissés, raccords à brides,
 - accessoires de montage et rallonges,
 - rallonges pour robinetterie encastrée,
 - robinetterie, dispositifs de sécurité, dispositifs de mesure et de comptage, compensateurs de dilatation et pièces isolantes,
 - tuyaux flexibles de raccordement,
 - raccords sur des tuyauteries constituées d'autres matériaux, sur d'autres éléments des installations, d'autres appareils,
 - contrôles supplémentaires des soudures et brasures, par exemple contrôles par ultrasons,
 - regards et tampons,
 - traversées de parois répondant à des spécifications particulières,
 - fixations individuelles des tuyauteries - supports, points fixes,
 - appareils, collecteurs,
 - générateurs de chaleur, appareils de production d'eau chaude, installations d'évacuation des fumées, régulations,
 - émetteurs de chaleur, quelle que soit leur nature,
 - dépose, repose et raccordement d'émetteurs déjà installés,
 - perçages,
 - éléments ou modules préfabriqués, supports et autres ouvrages pour installations encastrées, montage en cloisons légères à ossature métallique,

- robinetterie, compensateurs de dilatation, appareils à gaz, pompes, dispositifs de régulation, organes de coupure, cadres de trappe de visite et éléments analogues,
- plaques comportant des informations sur le fonctionnement, plaques d'identification, plaques de mise en garde,
- éléments de protection acoustique,
- éléments de protection contre l'incendie
- tests spécifiques de mise sous pression pour les appareils et les organes de robinetterie,
- tous autres composants tels que
 - dispositifs de régulation et d'affichage de la température, de la pression, du niveau d'eau etc.,
 - dispositifs de sécurité en matière de température, pression, niveau d'eau etc.

2.3.4. Masses (kg, t), avec distinction selon la nature et les dimensions pour :

- dispositifs de fixation particuliers, par exemple supports, points fixes,
- antigel,
- fluides caloporteurs organiques.