

1.1. LES AVANTAGES DU CUIVRE COMME MATÉRIAU DE CANALISATION DE CHAUFFAGE

Les nombreux avantages du tube de cuivre font de l'emploi de ce matériau en chauffage central une solution séduisante, aussi bien pour l'installateur que pour l'architecte ou l'utilisateur. Au cours des dernières décennies, l'usage du cuivre s'est ainsi fortement développé dans les installations de chauffage central, et cette tendance s'affirme dans tous les pays d'Europe. Ce vaste champ d'utilisation témoigne des grandes qualités du cuivre pour cette application qui s'appuient sur quelques propriétés fondamentales.

▶ 1.1.1. FACILITÉ DE MISE EN ŒUVRE ET D'ASSEMBLAGE

Le cuivre est un métal malléable. Le tube de cuivre accepte donc des déformations importantes, ce qui permet de le façonner facilement et rapidement. L'aptitude du cuivre au brasage autorise la mise en place de raccords fiables et étanches à l'aide d'outillages simples et peu coûteux à mettre en œuvre.

L'installateur va trouver, avec le cuivre, une grande liberté dans l'exécution des tracés, ce qui constitue certainement l'avantage décisif du tube de cuivre. Celui-ci s'adapte avec facilité à tous les réseaux, à tous les bâtiments, à tous les types de configuration.

En conséquence, le travail des professionnels qui ont à mettre en place un réseau de tubes de cuivre se trouve allégé et les frais d'installation conduisent globalement à des économies appréciables.

▶ 1.1.2. RÉSISTANCE MÉCANIQUE

La résistance mécanique du tube de cuivre est élevée puisque la charge à la rupture varie de 200 MPa ⁽¹⁾ pour du cuivre recuit à plus de 300 MPa pour des tubes écrouis. Les tubes de cuivre présentent, en outre, une bonne résistance aux chocs, ils résistent naturellement au feu et sont inattaquables par les rongeurs.

(1) 1 MPa = 1 N/mm² = 10 bar

▶ 1.1.3. FAIBLES PERTES DE CHARGE

La définition et le calcul détaillé des pertes de charge sont donnés au paragraphe 4.1. L'utilisation du cuivre représente dans ce domaine un avantage certain car les pertes

de charge par frottement sont, pour le tube de cuivre, inférieures à celles de la plupart des autres matériaux de canalisation.

Il est possible d'obtenir avec le cuivre, dont l'aptitude à l'étrépage est excellente, des états de surface particulièrement lisses, ce qui diminue les forces de frottement générées entre le tube et le fluide en mouvement.

Cet avantage du cuivre, combiné à sa bonne résistance mécanique, permet d'envisager des diminutions importantes de poids du métal mis en œuvre, une réduction de l'inertie thermique et un encombrement réduit des canalisations.

On trouvera au tableau 1, une correspondance de diamètre entre les tubes de cuivre et les tubes d'acier, pour certaines valeurs de pertes de charge et de débit.

▶ 1.1.4. RÉSISTANCE À LA CORROSION

La résistance à la corrosion est l'un des facteurs clés qui fait du cuivre un matériau particulièrement bien adapté à la réalisation des canalisations.

Sa grande tenue à la corrosion concerne, aussi bien le milieu extérieur (canalisations encastrées) que la nature des eaux transportées ou celle des agents habituels de protection contre le gel. Les conditions de fabrication des tubes n'ont cessé de s'améliorer au cours du temps.

On produit aujourd'hui des qualités de tubes de haut niveau qui mettent l'utilisateur comme le professionnel à l'abri de toute déconvenue en matière de corrosion.

Ces qualités de tubes sont spécifiées par la norme AFNOR NF A 51-120, à laquelle s'attache le droit d'usage de la marque NF "Tube Cuivre".

Les tubes de cuivre qui bénéficient de cette marque donnent à chacun l'assurance d'une fabrication réalisée et contrôlée suivant les critères particuliers définis par l'AFNOR.

▶ 1.1.5. COMPORTEMENT EN TEMPÉRATURE

Le cuivre conserve toutes ses qualités pour des températures de réseaux de chauffage qui peuvent couramment dépasser 80 °C.

Son coefficient de dilatation n'est que de 1,68 mm/m pour un écart de température de 100 °C. Il s'agit-là d'un avantage déterminant par rapport aux matières plastiques type PER, dont le coefficient de dilatation est 7 fois plus élevé que celui du cuivre.

D'UNE INSTALLATION DE CHAUFFAGE CENTRAL

Tableau 1.

Correspondance tube cuivre/tube acier à perte de charge et débit équivalent						
Perte de charge (1) (Pa/m)	150		200		300	
Débits m ³ /h	Désignation des tubes (mm)					
	Cuivre	Acier	Cuivre	Acier	Cuivre	Acier
0,05	12×1	17,2×2	12×1	17,2×2	12×1	17,2×2
0,1	14×1	17,2×2	12×1	17,2×2	12×1	17,2×2
0,2	16×1	21,3×2,3	15×1	17,2×2	14×1	17,2×2
0,3	18×1	21,3×2,3	18×1	21,3×2,3	16×1	21,3×2,3
0,4	22×1	26,9×2,3	22×1	26,9×2,3	18×1	21,3×2,3
0,5	22×1	26,9×2,3	22×1	26,9×2,3	18×1	21,3×2,3
0,75	25×1	33,7×2,9	25×1	26,9×2,3	20×1	26,9×2,3
1	28×1	33,7×2,9	25×1	33,7×2,9	25×1	26,9×2,3
1,25	28×1	33,7×2,9	28×1	33,7×2,9	25×1	33,7×2,9
1,50	35×1	42,4×2,9	28×1	33,7×2,9	28×1	33,7×2,9
1,75	35×1	42,4×2,9	35×1	42,4×2,9	28×1	33,7×2,9
2	35×1	42,4×2,9	35×1	42,4×2,9	35×1	42,4×2,9
2,5	40×1	42,4×2,9	35×1	42,4×2,9	35×1	42,4×2,9
3	40×1	48,3×2,9	35×1	42,4×2,9	35×1	42,4×2,9
3,5	42×1	48,3×2,9	40×1	48,3×2,9	35×1	42,4×2,9
4	54×1	48,3×2,9	40×1	48,3×2,9	40×1	42,4×2,9
5	54×1	60,3×3,2	40×1	48,3×2,9	42×1	48,3×2,9
7,5	54×1	60,3×3,2	54×1	60,3×3,2	54×1	60,3×3,2
10	—	—	—	—	54×1	60,3×3,2

(1) 1 mm CE = 9,81 Pa ; 1 bar = 10⁵ Pa.

Par ailleurs, ses propriétés mécaniques ne se détériorent pas sous l'effet d'un abaissement de température. Ainsi, les canalisations en cuivre d'une installation vidangée d'un local inoccupé demeurent insensibles aux chocs en période de gel.

► 1.1.6. IMPERMÉABILITÉ AUX GAZ

Le cuivre est imperméable à la plupart des gaz et notamment à l'oxygène. Ceci est un avantage appréciable car c'est l'oxygène dissous dans l'eau qui provoque, par réduction électrochimique, la corrosion des parties métalliques de l'installation. Cette étanchéité

aux gaz est indépendante de la température et se conserve dans le temps contrairement à ce qui se passe avec certaines matières plastiques.

► 1.1.7. QUALITÉS ESTHÉTIQUES

Les tubes de cuivre sont, en règle générale, plus fins et leurs raccords sont plus discrets que ceux en acier ou en matière plastique.

Les traitements d'aspect, comme la peinture, ne posent aucun problème.

Les nombreuses variantes et possibilités d'intégration dans une décoration représentent un facteur qui permet au cuivre de contribuer à l'aspect esthétique d'une installation de chauffage.

1.2. CARACTÉRISTIQUES ET PRESCRIPTIONS D'EMPLOI DU TUBE DE CUIVRE

► 1.2.1. CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

La composition chimique du cuivre utilisée pour la fabrication des tubes est définie par la norme NF A 51-050 : il s'agit du cuivre Cu-b1, désoxydé au phosphore, qui correspond à la dénomination ISO Cu-DHP. Cette nuance a une teneur minimale en cuivre de 99,90 % et une teneur résiduelle en phosphore comprise entre 0,013 et 0,050 %. Insensible aux atmosphères réductrices, il peut être soudé ou brasé avec grande facilité.

Le cuivre a une masse volumique de 8,9 kg/dm³, et fond à 1 083 °C.

Le tableau 2 résume les caractéristiques géométriques et physiques des tubes de cuivre utilisés dans le chauffage.

Les caractéristiques mécaniques du tube de cuivre diffèrent selon que le métal est recuit ou écroui. Ces caractéristiques sont données au tableau 3. Le tube de cuivre est livré en longueur droite lorsqu'il est écroui, au en couronne lorsqu'il est recuit.

Tableau 2.

Caractéristiques physiques des tubes de cuivre utilisés en chauffage							
Diamètre extérieur (mm)	Épaisseur (mm)	Diamètre intérieur (mm)	Poids au mètre (kg)	Section de passage (mm ²)	Volume intérieur ou mètre (dm ³)	Surface intérieure ou mètre (m ²)	Surface extérieure ou mètre (m ²)
12	0,8	10,4	0,251	85	0,085	0,0327	0,0377
	1	10	0,308	79	0,078	0,0314	0,0377
14	0,8	12,4	0,295	121	0,121	0,0389	0,0439
	1	12	0,363	113	0,113	0,0377	0,0439
15	0,8	13,4	0,318	141	0,141	0,0421	0,0471
	1	13	0,391	133	0,133	0,0408	0,0471
16	0,8	14,4	0,340	163	0,163	0,0452	0,0503
	1	14	0,419	154	0,154	0,0439	0,0503
18	0,8	16,4	0,385	211	0,211	0,0515	0,0565
	1	16	0,475	201	0,201	0,0503	0,0565
22	0,8	20,4	0,474	327	0,327	0,0641	0,0691
	1	20	0,587	314	0,314	0,0628	0,0691
25	0,8	23,4	0,541	430	0,430	0,0735	0,0785
	1	23	0,671	415	0,415	0,0723	0,0785
28	0,8	26,4	0,608	547	0,547	0,0829	0,0879
	1	26	0,755	531	0,531	0,0817	0,0879
35	0,8	33,4	0,765	876	0,876	0,1049	0,1100
	1	33	0,951	855	0,855	0,1037	0,1100
40	0,8	38,4	0,877	1 158	1,158	0,1206	0,1257
	1	38	1,090	1 134	1,134	0,1194	0,1257
42	0,8	40,4	0,922	1 282	1,282	0,1269	0,1319
	1	40	1,150	1 257	1,257	0,1257	0,1319
54	1	52	1,482	2 124	2,124	0,1634	0,1696

Ces valeurs sont calculées pour les dimensions théoriques des tubes.

Il existe quatorze diamètres extérieurs normalisés AFNOR, allant de 8 à 54 mm, et deux épaisseurs : 0,8 et 1,0 mm. Les diamètres 8 et 10 ne sont pas utilisés en chauffage. Le tube de cuivre fait l'objet d'une désignation normalisée qui prescrit un marquage gravé sur le tube.

L'ensemble de ces prescriptions sont définies par la norme NF A 51-120. Le DTU 60.5 spécifie que les tubes doivent être choisis dans une fabrication bénéficiant de la marque NF.

Tableau 3.

Caractéristiques mécaniques du tube de cuivre			
Etat	Symbole AFNOR	Résistance à la traction (MPa) (Valeurs moyennes)	Allongement (A %) (Valeurs moyennes)
Recuit	0	230	45
Ecroui	H14	350	6

► 1.2.2. DIMENSIONNEMENT MINIMUM DES TUBES - VITESSE DU FLUIDE

Les tubes de cuivre utilisés en chauffage ne doivent jamais avoir un diamètre intérieur inférieur à 10 mm et ce, quel que soit le résultat du calcul théorique du circuit. De même, la vitesse du fluide dans le tube

doit toujours être inférieure aux valeurs maximales figurant au tableau 4, dans lequel ont été portés les débits correspondants.

En effet, les tubes trop petits peuvent s'abstruer. D'autre part, une trop grande vitesse de circulation de l'eau engendre des vibrations, du bruit et une usure prématurée des vannes.

Tableau 4.

Vitesse maximale du fluide dans les tubes de cuivre			
Désignation (mm)	Diamètre intérieur (mm)	Vitesse maximale (m/s)	Débit maximal (l) (m ³ /h)
12×1	10	0,45	0,127
14×1	12	0,50	0,204
15×1	13	0,55	0,263
16×1	14	0,55	0,305
18×1	16	0,60	0,434
22×1	20	0,70	0,792
25×1	23	0,80	1,200
28×1	26	0,80	1,530
35×1	33	0,90	3,080
40×1	38	0,90	3,670
42×1	40	0,90	4,070
54×1	52	0,90	6,880

(1) 1 m³/h = 16,67 l/mn = 0,278 l/s.

► 1.2.3. CONTACT AVEC LES AUTRES MÉTAUX

Lorsque deux métaux différents sont en contact en présence d'un électrolyte, l'ensemble peut constituer une pile dans laquelle circule un courant galvanique susceptible de provoquer la destruction du métal le moins noble.

Ce phénomène se produit essentiellement lorsque l'on se trouve en présence d'oxygène.

Ainsi, dans les canalisations d'une manière générale, il faut éviter les contacts fer/cuivre et aluminium/cuivre qui pourraient aboutir, à la longue, à la destruction des parties en fer ou en aluminium. En pratique, ce type de corrosion galvanique reste, cependant, assez rare.

Dans le cas des installations de chauffage notamment, étant donné que l'on se trouve en circuit fermé, c'est-à-dire hors de la présence d'oxygène dissous, l'existence dans un même circuit, de canalisation en cuivre et en acier, est tolérée.

Il faut cependant éviter les renouvellements d'eau trop fréquents susceptibles d'intruder de l'oxygène dans le circuit.

De même, toute autre source d'oxygène dans le réseau doit être évitée en éliminant au maximum les contacts air/eau. En conséquence, la pose d'un vase d'expansion ouvert est à éviter.

Dans tous les cas, le contact direct cuivre/aluminium est interdit. Lorsqu'on ne peut éviter la pose de radiateur en aluminium, il y a lieu, par conséquent, d'assembler les éléments réalisés dans ces matériaux par l'intermédiaire de manchons en fonte par exemple.

► 1.2.4. PRESSION D'UTILISATION

Il existe une relation entre la pression d'utilisation à l'intérieur d'un tube et la contrainte de traction appliquée tangentiellement à la paroi dans un plan perpendiculaire à l'axe du tube.

Cette relation est donnée par la formule suivante valable dans le cas des tubes de faible épaisseur :

$$P = \frac{2e}{D - 2e} \sigma$$

Expression dans laquelle :

- P est la pression d'utilisation du tube
- e est l'épaisseur du tube
- D est le diamètre extérieur du tube
- σ est la contrainte de traction

La contrainte σ exercée sur le tube doit être telle qu'il n'y ait pas de déformation plastique du tube.

Ce résultat est obtenu pour des valeurs de σ inférieures à la limite élastique du tube de cuivre, mesurée à la température d'utilisation soit, pour le chauffage, une température inférieure à 110 °C.

On retient toujours la limite élastique des tubes recuits car une installation réalisée en tubes écrouis peut toujours avoir subi localement des opérations de recuit. La valeur de la limite élastique est de 60 MPa pour des tubes recuits.

En outre, par mesure de sécurité, on retiendra comme valeur de la **contrainte maximale admissible** celle qui correspond à l'application d'un coefficient de sécurité de 1,5 à la limite élastique, ce qui donne une valeur de 40 MPa.

On trouvera au tableau 5, les pressions d'utilisation qui résultent de l'application de la formule dans les conditions correspondant à l'utilisation des tubes de cuivre dans le chauffage central.

Tableau 5.

Pressions d'utilisation en MPa pour des températures < 110 °C 1 MPa = 1N/mm ² = 10 bar		
Diamètre extérieur (mm)	Epaisseur (mm)	Pression d'utilisation (MPa)
12	0,8	6,2
	1	8
14	0,8	5,2
	1	6,7
15	0,8	4,8
	1	6,2
16	0,8	4,5
	1	5,7
18	0,8	3,9
	1	5
22	0,8	3,1
	1	4
25	0,8	2,7
	1	3,5
28	0,8	2,4
	1	3,1
35	0,8	1,9
	1	2,4
40	0,8	1,7
	1	2,1
42	0,8	1,6
	1	2
54	1	1,5

L'éclatement des tubes ne se produit que pour des pressions environ 5 fois supérieures à celles indiquées dans ce tableau.

► 1.2.5. DILATATION THERMIQUE

Le coefficient de dilatation thermique linéaire moyen du cuivre, entre 20 et 100 °C, est de $16,8 \cdot 10^{-6}$ par °C. Le tableau 6 indique

la valeur de la dilatation thermique des tubes de cuivre, en fonction des variations de température et de la longueur des tubes.

Tableau 6.

Dilatation thermique en mm des tubes de cuivre en fonction de la longueur des tubes et de la variation de température								
Longueur du tube de cuivre (m)	Variation de température Δt							
	$\Delta t = 30^\circ\text{C}$	$\Delta t = 40^\circ\text{C}$	$\Delta t = 50^\circ\text{C}$	$\Delta t = 60^\circ\text{C}$	$\Delta t = 70^\circ\text{C}$	$\Delta t = 80^\circ\text{C}$	$\Delta t = 90^\circ\text{C}$	$\Delta t = 100^\circ\text{C}$
0,1	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12	0,13	0,15	0,17
0,2	0,10	0,13	0,17	0,20	0,24	0,27	0,30	0,34
0,3	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
0,4	0,20	0,27	0,34	0,40	0,47	0,54	0,60	0,67
0,5	0,25	0,34	0,42	0,50	0,59	0,67	0,76	0,84
0,6	0,30	0,40	0,50	0,60	0,71	0,81	0,91	1,01
0,7	0,35	0,47	0,59	0,71	0,82	0,94	1,06	1,18
0,8	0,40	0,54	0,67	0,81	0,94	1,08	1,21	1,34
0,9	0,45	0,60	0,76	0,91	1,06	1,21	1,36	1,51
1	0,50	0,67	0,84	1,01	1,18	1,34	1,51	1,68
2	1,01	1,34	1,68	2,02	2,35	2,69	3,02	3,36
3	1,51	2,02	2,52	3,02	3,53	4,03	4,54	5,04
4	2,02	2,69	3,36	4,03	4,70	5,40	6,05	6,72
5	2,52	3,36	4,20	5,04	5,88	6,72	7,56	8,40
6	3,02	4,03	5,04	6,05	7,06	8,06	9,07	10,08
7	3,53	4,70	5,88	7,06	8,23	9,41	10,58	11,76
8	4,03	5,38	6,72	8,06	9,41	10,75	12,10	13,44
9	4,54	6,05	7,56	9,07	10,58	12,10	13,61	15,12
10	5,04	6,72	8,40	10,08	11,76	13,44	15,12	16,80
11	5,54	7,39	9,24	11,09	12,94	14,78	16,63	18,48
12	6,05	8,06	10,08	12,10	14,11	16,13	18,14	20,16
13	6,55	8,74	10,92	13,10	15,29	17,47	19,66	21,84
14	7,06	9,41	11,76	14,11	16,46	18,82	21,17	23,52
15	7,56	10,08	12,60	15,12	17,64	20,16	22,68	25,20
16	8,06	10,75	13,44	16,13	18,82	21,50	24,19	26,88
17	8,57	11,42	14,28	17,14	19,99	22,85	25,70	28,56
18	9,07	12,10	15,12	18,14	21,17	24,19	27,22	30,24
19	9,58	12,77	15,96	19,15	22,34	25,54	28,73	31,92
20	10,08	13,44	16,80	20,16	23,52	26,88	30,24	33,60
21	10,58	14,11	17,64	21,17	24,70	28,22	31,75	35,28
22	11,09	14,78	18,48	22,18	25,87	29,57	33,26	36,96
23	11,59	15,46	19,32	23,18	27,05	30,91	34,78	38,64
24	12,10	16,13	20,16	24,19	28,22	32,26	36,29	40,32
25	12,60	16,80	21,00	25,20	29,40	33,60	37,80	42,00

1.3. FAÇONNAGE ET ASSEMBLAGE DES TUBES DE CUIVRE

Les prescriptions détaillées concernant le façonnage et l'assemblage des tubes de cuivre ont été décrites dans la brochure "Le tube de cuivre dans le bâtiment", éditée par le Centre d'Information du Cuivre, à laquelle chacun pourra se référer.

On trouvera, ici, un rappel des prescriptions essentielles, ainsi que les règles qui caractérisent plus particulièrement les installations de chauffage central.

► 1.3.1. FAÇONNAGE

- Les tubes doivent être découpés de façon nette et sans déformation au coupe tube ou à la scie à métaux en veillant à la parfaite perpendicularité de la coupe par rapport à l'axe du tube. Après découpe, les tubes seront soigneusement ébavurés.
- Certaines opérations de façonnage nécessitent un recuit des tubes écrouis. On procède à un chauffage localisé au chalumeau du tube jusqu'à ce que sa couleur devienne rouge sombre. Le tube est ensuite refroidi à l'air ou en l'aspergeant d'eau.
- Le cintrage représente la meilleure méthode pour obtenir un changement de direction des tubes. Les procédés et rayons de cintrage sont différents suivant qu'il s'agit de tubes recuits ou écrouis.

On trouvera, au tableau 7, l'ensemble des paramètres et prescriptions relatifs au cintrage des tubes de cuivre.

► 1.3.2. ASSEMBLAGE

- L'assemblage de base est l'assemblage par brasage capillaire avec ou sans raccord intermédiaire.

Le brasage tendre se fait avec un métal d'apport de type étain/plomb, dont le point de fusion est d'environ 250 °C. Ce procédé donne d'excellents résultats et a l'avantage de ne pas mettre en jeu des températures élevées.

Le brasage fort est pratiqué avec des métaux d'apport du type cuivre/phosphore ou cuivre/phosphore/argent, dont le point de fusion se situe aux environs de 700 °C.

Cette technique doit être mise en œuvre avec précaution car le risque de surchauffe du métal est ici plus grand, avec, pour conséquence, une modification de la structure du métal et un risque de corrosion.

Le brasage par capillarité réclame, au préalable, un parfait calibrage des extrémités des tubes et le nettoyage des parties en contact.

- L'assemblage par raccords mécaniques est moins utilisé. Il n'est autorisé qu'en système de pose apparent ou en dissimulé accessible.

Tableau 7.

Paramètres de cintrage des tubes de cuivre			
Etat	Diamètre extérieur (mm)	Rayon de cintrage (1)	Mode de cintrage
Tube recuit en couronnes	≤ 22	7 fois le diamètre extérieur	• à la main
		3 à 4 fois le diamètre extérieur	• pince à cintrer • cintrreuse d'établi
Tube écroui en longueur droite	≤ 22	3,5 à 4 fois le diamètre extérieur	• cintrreuse d'établi • machine à cintrer avec mandrin intérieur
	> 22	3 à 3,5 fois le diamètre extérieur	• machine à cintrer avec mandrin intérieur et recuit préalable

(1) Le rayon de cintrage est mesuré « à la fibre neutre », c'est-à-dire à la partie de la surface qui correspond à l'axe du tube.

1.4. RÈGLES DE MISE EN ŒUVRE

Les règles de mise en œuvre des canalisations en cuivre font l'objet de deux documents principaux :

- le D.T.U. 65.10 présente les règles générales de mise en œuvre des canalisations d'eau froide ou chaude sous pression et des canalisations d'évacuation.

- le D.T.U. 60.5 complète ces règles dans le cas particulier du tube de cuivre.

L'installateur devra se référer à ces textes dans lesquels on trouvera ici un résumé des prescriptions les plus importantes.

▶ 1.4.1. RAPPEL DES PRINCIPALES DÉFINITIONS

Canalisations encastrees :

Canalisations mises en place (directement ou avec un fourreau) dans un emplacement réservé dans le gros œuvre, puis enrobées avec un matériau compatible.

Canalisations engravées :

Canalisations mises en place (directement ou avec un fourreau) dans une saignée réalisée après coup dans le gros œuvre, puis enrobées avec un matériau compatible.

Canalisations enrobées :

Canalisations noyées dans les éléments de gros œuvre (directement ou avec un fourreau).

Chape :

Ouvrage horizontal réalisé en mortier de ciment avec ou sans armature.

Dalle :

Ouvrage horizontal réalisé en béton armé ou non.

Les chapes ou les dalles sont qualifiées de flottantes lorsqu'elles sont complètement désolidarisées de l'ouvrage sur lequel elles reposent et des parois verticales qui les délimitent.

Forme :

Ouvrage de mise à niveau qui comporte également une fonction de résistance mécanique. La forme est généralement plus épaisse que le ravaillage.

Fourreau :

Enveloppe cylindrique incorporée à un ouvrage de gros œuvre et réservant, dans ce dernier, un vide dans lequel est placé le tube. L'espace annulaire entre le tube et le fourreau peut être rempli ou non.

Gainage :

Enveloppe cylindrique entourant le tube et en contact avec lui (adhérente ou non à ce dernier).

Ravaillage :

Ouvrage réalisé sur un support permettant d'atteindre la cote de niveau souhaitée et, éventuellement, d'y incorporer des canalisations.

▶ 1.4.2. PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES

- Le passage des tubes de cuivre dans les conduits de fumées, les conduits de ventilation, les conduits d'ordures ménagères, les gaines électriques et les cages d'ascenseur est interdit.

- Le passage des canalisations de chauffage dans un vide sanitaire est autorisé à condition qu'il s'agisse d'un vide sanitaire accessible.

- Dans les volumes non chauffés, les canalisations de chauffage doivent être calorifugées.

- Pour les planchers et plafonds, les fourreaux doivent dépasser du sol de 3 cm dans les pièces humides (cuisine, salle de bains, w.c., buanderie) et de 1 cm dans les autres cas.

▶ 1.4.3. LES TRAVERSÉES DES MURS ET PLANCHERS

La règle générale est de mettre un fourreau. Si l'on veut créer un point fixe, il est recommandé de ne pas utiliser les parois dans ce but. Il est préférable de réaliser le point fixe par un blocage mécanique en dehors de la paroi. Deux cas particuliers concernant les traversées de parois s'avèrent particulièrement importants :

- **la traversée de dalle flottante ou de chape flottante** interdisant par définition la création d'un point fixe, il faut toujours mettre un fourreau. A noter que, dans ce cas, le remplacement du fourreau par un gainage souple est possible.

- **la traversée de planchers comportant un revêtement d'étanchéité sous carrelage** représente un deuxième cas particulier. Les prescriptions sont celles du DTU 52.1 "Revêtement des sols scellés" qui prévoit, dans ce cas, des trémies bordées de costières ou des manchons avec platine soudée.

▶ 1.4.4. LES CANALISATIONS EN CUIVRE INCORPORÉES DANS LES ÉLÉMENTS DE GROS ŒUVRE

- Il s'agit des canalisations qui, suivant les définitions données en 1.4.1, peuvent être encastrées, engravées ou enrobées. Par gros œuvre, on entend le gros œuvre lui-même ou les ouvrages assimilés, ravoirage, forme, chape ou dalle flottante. Pour être considérées comme incorporées aux éléments de gros œuvre, les canalisations doivent y être placées sur une longueur supérieure à 1 m. Si l'incorporation est faite sur moins de 1 m, c'est la règle des traversées de parois qui s'applique.

- La règle générale distingue les planchers d'une part, les autres éléments de gros œuvre d'autre part. Dans les planchers, les canalisations en cuivre doivent être soit enrobées, soit encastrées. Dans les autres éléments de gros œuvre pris en compte dans la stabilité du bâtiment (poteaux, poutres, murs porteurs, éléments précontraints...), les tubes de cuivre ne peuvent être qu'encastrés. Le matériau d'enrobage ou d'encastrement des tubes de cuivre peut être du plâtre, du béton ou du mortier ne contenant pas de dérivés ammoniacaux ou chlorés. Les seuls assemblages autorisés, pour les canalisations incorporées, sont les assemblages brasés. Les piquages, dans ce cas, sont interdits. L'enrobage de canalisations, dans l'épaisseur d'une chape flottante, est interdit.

- Les prescriptions relatives aux fourreaux applicables aux canalisations en cuivre incorporées aux éléments de gros œuvre dépendent de la température de l'eau et non de la localisation. Si la température de l'eau peut être supérieure à 60 °C, les canalisations enrobées, encastrées ou engravées doivent être posées avec fourreau. En pratique, ceci rend obligatoire la pose des tubes de cuivre avec fourreau pour les canalisations de chauffage central incorporées dans les éléments de gros œuvre.

► 1.4.5. LES CANALISATIONS EN CUIVRE PLACÉES DANS L'ÉPAISSEUR D'UNE CLOISON

L'engravement avec fourreau est obligatoire.
Les tubes de cuivre doivent être assemblés par brasage.

Les prescriptions détaillées relatives à ce cas sont données au tableau 8.

Tableau 8.

Prescriptions de pose des canalisations engravées dans les cloisons				
Prescriptions	Cloisons			
	en carreaux de plâtre* épaisseur du carreau (mm)		en briques plâtrières épaisseur de la brique (mm)	
	70	100	50	70
Diamètre extérieur maximal de fourreau (mm)	21		24	
Épaisseur minimale d'enrobage (mm)	15		15	
Tracé oblique interdit				
Tracé horizontal maximal (m)	0,40		0,40	
Tracé vertical maximal (m)	1,20	1,50	1,20	1,50
Entre-axes minimal de deux canalisations (mm)	<ul style="list-style-type: none"> • Cas général : entre-axes 700 mm. • Canalisations alimentant un même appareil : <ul style="list-style-type: none"> – saignées distinctes : entre-axes 150 mm – saignée commune : largeur de saignée 50 mm 			

* L'épaisseur minimale des carreaux de plâtre en fond de saignée est de 15 mm.

1.5. CONCEPTION D'UNE INSTALLATION DE CHAUFFAGE CENTRAL

L'objet de toute installation de chauffage est de maintenir, à l'intérieur de locaux, une température ambiante donnée. Dans le cas du chauffage central, une chaudière produit la chaleur qui est distribuée par de l'eau circulant dans des corps de chauffe.

Afin de maintenir une température précise dans les locaux, il faut disposer d'une puissance suffisante pour les chauffer, et pouvoir moduler cette puissance. La conception d'une installation de chauffage doit, pour atteindre ces objectifs, comporter les phases suivantes :

Evaluation de la puissance d'une installation

- Détermination des besoins :
Locaux à chauffer et température
- ▼
- Calcul des déperditions du bâtiment pièce par pièce
- ▼
- Calcul de la puissance des corps de chauffe :
Modèle et dimensions pour chaque pièce
Régime de température d'eau
- ▼
- Calcul de la puissance nécessaire à la production d'eau chaude sanitaire
Evaluation des besoins et calcul de la puissance
- ▼
- Calcul de la puissance totale de l'installation

Détermination du réseau de chauffage

- Choix du tracé et du réseau
- Choix de la régulation

Calcul du réseau

- Calcul des diamètres
- Equilibrage