

Phase 2 : VRD -CES et pièces écrites
Etape 2 -CES / CHAUFFAGE
Cours diffusé aux étudiants via plateforme "Zoom"

Pour faire une installation de chauffage central , il faut choisir et définir :

- 1 - Le générateur , les radiateurs (corps de chauffe) , le réseau de distribution (fig.1).
- 2 - définir vos besoins en termes de chauffage : cad dimensionner l'installation de chauffage (puissance chaudière, puissance des radiateurs, déperditions de chaleur, ...) en assurant une bonne régulation de la température.

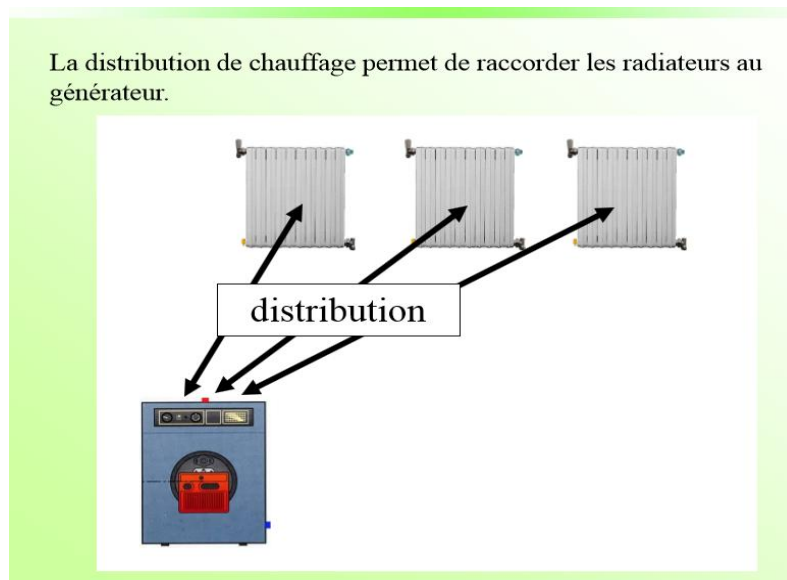


Fig.1 : Principe de l'installation de chauffage

Source : la distribution de chauffage, J -M R. D-BTP, 2006

1- Le générateur: il existe plusieurs types de générateur

- **Les chaudières** à gaz ou à fioul : chaudière standard, basse température, à condensation (en fonction de leur niveau de rendement et de leur niveau de température de fonctionnement) (fig.2).

- **Les pompes à chaleur** : raccordées sur le circuit de chauffage (utilisent différentes sources extérieures de chaleur : l'air, ..., de l'eau glycolée circulant dans le sol, ou encore une évaporation directe du fluide frigorigène dans le sol). Elles sont classées selon 4 niveaux de température de

sortie d'eau (Basse Température : 35°C; Moyenne Température : 45°C ; Haute Température : 55°C; Très haute Température : 65°C). (fig.3)

- **Le système solaire combiné** : La chaleur du soleil est récupérée avec des capteurs thermiques vitrés ou sous vide qui est ensuite transférée dans un ballon de stockage.

-....

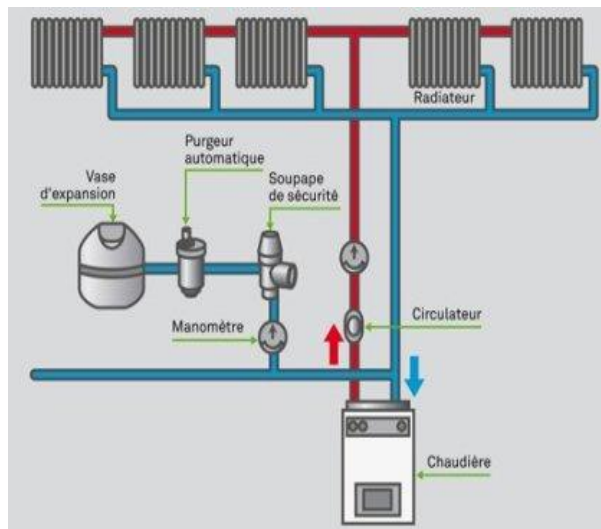


Fig.2 : Chaudière et composants de fonctionnement
source : leschroniquesdegoliah.com

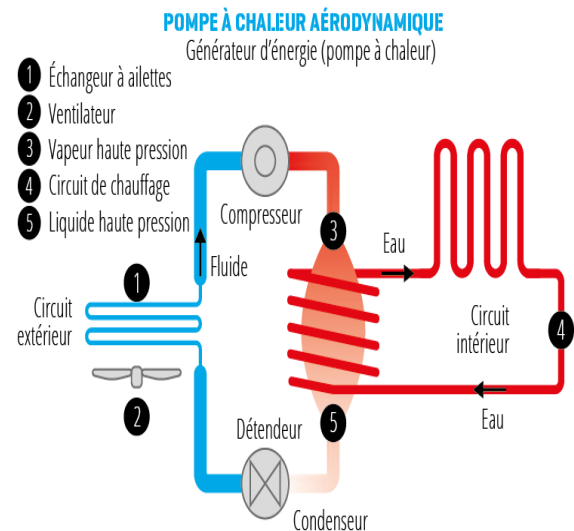


Fig.3 : Principe pompe à chaleur

2- Les radiateurs (corps de chauffe)

Aujourd'hui, de nombreux types de radiateurs à eau chaude existent sur le marché du chauffage central. Ces radiateurs sont fabriqués dans différents matériaux dont les plus courants sont l'acier (fig.4) , la fonte et l'aluminium (fig.5) . A titre indicatif , les tableaux suivants présentent quelques types, et autres particuliers tels que les radiateurs décoratifs et sèche - serviettes (fig.6) et, les radiateurs multi colonnes et plissés (fig.7).

→ Radiateurs en acier horizontaux

Type de radiateurs	Illustration	Dimensions	Puissance P50 (W/m²)	Puissance P30 (W/m²)	Pente (n) d'émission moyenne
Panneaux acier horizontaux	Type 10	• Hauteur de 0,3 à 1 m • Longueur jusqu'à 3 m • Profondeur variable suivant le nombre de panneaux compris entre 30 mm pour un type 10 et 160 mm pour un type 33.	1 030	530	1,3
	Type 11		1 570	800	1,32
	Type 20		1 670	860	1,31
	Type 21		2 220	1 120	1,33
	Type 22		2 900	1 460	1,34
	Type 32		3 060	1 520	1,37
	Type 33		4 100	2 100	1,34

Puissance en watt par m² de surface frontale

→ Radiateurs en acier verticaux

Type de radiateurs	Illustration	Dimensions	Puissance P50 (W/m²)	Puissance P30 (W/m²)	Pente (n) d'émission moyenne
Panneaux acier verticaux	Type 10	- Hauteur de 1,5 à 2,4 m - Largeur ~ 60 cm	800	400	1,3
	Type 11		1 240	650	1,29
	Type 20		1 300	660	1,33
	Type 21		1 770	900	1,33
	Type 22		2 200	1 110	1,34

Puissance en watt par m² de surface frontale

Fig.4 : Radiateurs en acier , horizontaux et verticaux

Source : Energie et avenir , Guide de dimensionnement des radiateurs à eau chaude, 2010, pp.14,15

→ Radiateurs en fonte, en aluminium à eau chaude et convecteurs

Type de radiateurs	Illustration	Dimensions	Puissance P50 (W/m²)	Puissance P30 (W/m²)	Pente (n) d'émission moyenne
Radiateurs en fonte		- Hauteurs de 300 mm à 1 m - Longueurs très variables de 300 mm à 1,2 m environ - Profondeurs également variables, allant de 2 à 6 colonnes soit de 40 à 250 mm	2 col	1 600	800
			3 col	2 300	1 150
			4 col	2 700	1 350
			5 col	3 400	1 700
			6 col	3 800	1 900

Puissance en watt par m² de surface frontale

Type de radiateurs	Illustration	Dimensions	Puissance P50 (W/m²)	Puissance P30 (W/m²)	Pente (n) d'émission moyenne
Radiateurs en aluminium horizontaux		- Hauteurs de 300 à 900 mm environ - Longueur dépendante du nombre d'éléments mais généralement comprise entre 800 mm et 1,2 m - Profondeurs de 80 et 95 mm	Pf = 80	2 480	1 250
			Pf = 95	2 750	1 400
			Pf = 140	3 330	1 700

Puissance en watt par m² de surface frontale

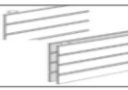
Type de radiateurs	Illustration	Dimensions	Puissance P50 (W/m²)	Puissance P30 (W/m²)	Pente (n) d'émission moyenne
Convecteurs à eau chaude		- Echangeur à ailettes simple ou double dans un carter - Longueur : 1 à 3 m - Hauteur 0,2 à 1 m - Profondeur : 120 à 220 mm	Pf = 120 éch simple	1 500	770
			Pf = 170 éch simple	2 330	1 200
			Pf = 220 éch simple	3 100	1 600
			Pf = 120 éch double	1 820	870
			Pf = 170 éch double	2 760	1 320
			Pf = 220 éch double	3 970	1 900

Puissance en watt par m² de surface frontale

Fig.5 : Radiateurs en fonte et en aluminium

Source : Energie et avenir , Guide de dimensionnement des radiateurs à eau chaude, 2010, p.16

→ Radiateurs décoratifs et sèche-serviettes

Type de radiateurs	Illustration	Dimensions	Puissance P50 (W/m²)		Puissance P30 (W/m²)	Pente (n) d'émission moyenne
Radiateurs à tubes plats-horizontaux Panneaux décoratifs		• Hauteurs de 70 mm à 1 m • Longueur environ 1 m • Simple (sans ailette) • Simple avec ailette • Double (2 série d'ailettes)	Simple sans ailettes	1 100	550	1,3
			Simple avec ailettes	1 650	850	
			Double	2 200	1 130	
Radiateurs à tubes plats – verticaux Panneaux décoratifs		• Hauteurs de 500 mm à 3 m • Largeur entre 600 mm et 1 m • Profondeur 15 à 60 mm • Simple (sans ailette) • Double (sans ailettes)	Simple	1 100	550	1,32
			Double	1 600	820	

Puissance en watt par m² de surface frontale

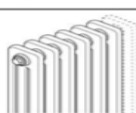
Type de radiateurs	Illustration	Dimensions	Puissance P50 (W/m²)		Puissance P30 (W/m²)	Pente (n) d'émission moyenne
Radiateurs à tubes ronds horizontaux		• Hauteurs de 70 mm à 1 m • Longueur environ 1 m • Simple ou Double	Simple	1 300	700	1,3
			Double	2 000	1 030	
Radiateurs à tubes ronds verticaux		• Hauteurs de 500 mm à 3 m • Largeur entre 600 mm et 1m • Profondeur 15 à 60 mm • Simple • Double	Simple	1 300	700	1,3
			Double	2 000	1 030	
Radiateurs sèche serviettes		• Hauteurs de 500 mm à 2 m • Largeur entre 400 mm et 1 m • Profondeurs 25 à 50 mm	950		500	1,25

Puissance en watt par m² de surface frontale

Fig.6 : Radiateurs décoratifs et sèche-serviettes

Source : Energie et avenir , Guide de dimensionnement des radiateurs à eau chaude, 2010, p.17

→ Radiateurs multi colonnes et plissés

Type de radiateurs	Illustration	Dimensions	Puissance P50 (W/m²)		Puissance P30 (W/m²)	Pente (n) d'émission moyenne
Radiateur multi colonnes acier		• 2 colonnes largeur 0,5 m à 1 m • Hauteur 0,6 m à 0,75 m • Profondeur 62 mm	1 570		800	1,3
Radiateur multi colonnes acier		• 3 colonnes largeur 0,6 m à 1 m • Hauteur 0,6 m à 0,75 m • Profondeur 100 mm	2 100		1 050	1,3
Radiateur multi colonnes acier		• 4 colonnes largeur 0,5 m à 1,5 m • Hauteur 0,6 m à 1,2 m • Profondeur 136 mm	2 650		1 370	1,3
Radiateurs multi colonnes vertical acier		• Hauteur de 1,70 à 2,4 m ~ • Largeur ~ 0,5 m • Profondeurs correspondant généralement à deux colonnes soit 50 à 60 mm	1 420		740	1,28

Puissance en watt par m² de surface frontale

Type de radiateurs	Illustration	Dimensions	Puissance P50 (W/m²)		Puissance P30 (W/m²)	Pente (n) d'émission moyenne
Lamellaire Panneau plissé en acier		Ces radiateurs s'apparentent à des radiateurs panneaux. • Hauteurs de 250 mm à 1 m • Longueur ~ 3 m • Profondeur : 65, 95 et 120 mm	Pf = 65	1 900	1 000	1,3
			Pf = 95	2 400	1 250	
			Pf = 120	2 800	1 450	

Puissance en watt par m² de surface frontale

Fig.7 : Radiateurs multi colonnes et plissés

Source : Energie et avenir , Guide de dimensionnement des radiateurs à eau chaude, 2010, p.18.

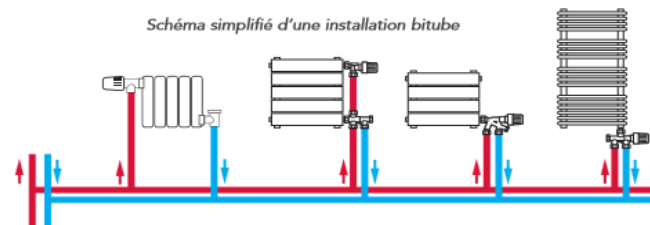
3- Le réseau de distribution

Il existe une quantité importante de **configurations possibles des circuits** hydrauliques des installations de chauffage : le circuit bitube (fig.8) , monotube (fig.9, fig.9a, fig.9b), le circuit bitube spécifique (Parapluie, fig.10, fig.10a / chandelle, fig.11, fig.11a / drapeau, fig.12 / pieuvre, fig.13, fig.13a / boucle Tiechelmann ,fig.14/ la distribution centralisée, fig.15).

Les deux types d'installations les plus couramment rencontrées sont le **circuit bitube** (2 types : réseau bitube et réseau hydrocâblé) et le **circuit monotube** (2 types : installation dérivée et en série).

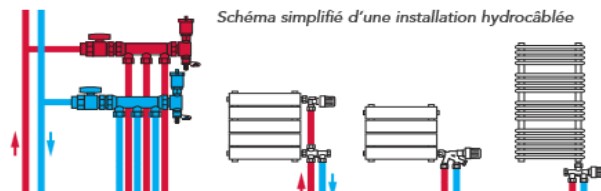
- **Distribution bitube :**

→ **Le réseau bitube**

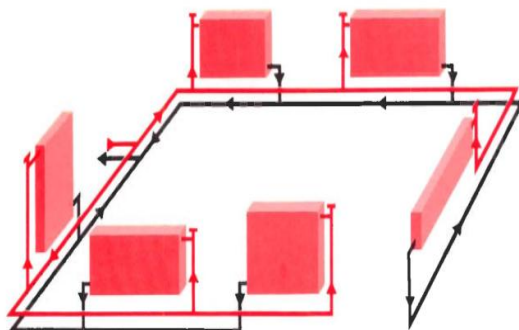


→ **Le réseau hydrocâblé**

Ce type d'installation se développe de plus en plus dans l'habitat. Elle est principalement constituée d'un collecteur "Départ" et d'un collecteur "Retour" qui centralisent les tuyaux vers les radiateurs ou les émetteurs.



Installation la plus répandue : les radiateurs sont montés en parallèle ; les températures d'alimentation sont équivalentes.



Principe du réseau bitube

Le réseau bitube se présente sous la forme de 2 tubes cheminant parallèlement : un tube aller amène l'énergie aux radiateurs et un tube retour ramène l'eau à la chaudière pour la réchauffer.

Il dispose d'organes d'équilibrage de température performants : vannes, tés de réglage précis,...

Fig.8: Distribution bitube d' installation de chauffage

Source : la distribution de chauffage, J -M R. D-BTP, 2006

- **Distribution monotube**

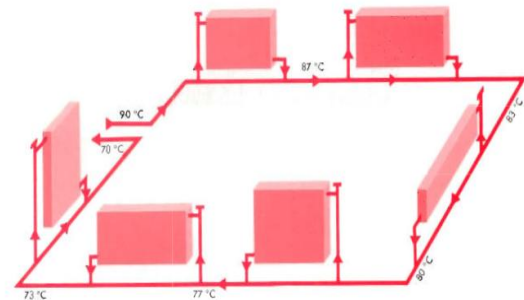
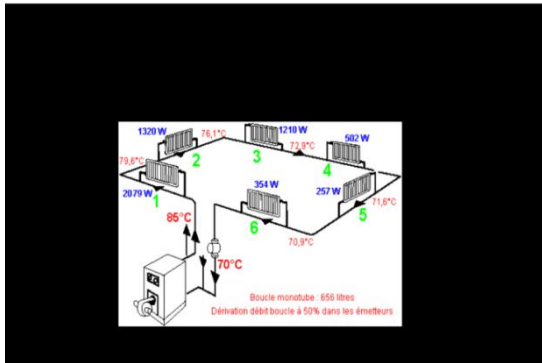
Principe du réseau monotube

L'eau de départ rentre dans le premier radiateur.

Elle ressort par le bas du radiateur et rentre dans le deuxième radiateur et ainsi de suite.

L'eau revient du dernier radiateur au retour chaudière.

Ce mode de distribution est très peu employé actuellement.



-Un seul conduit d'alimentation. -le calcul , l'équilibrage et le réglage sont délicats.- le monotube exige des diamètres plus importants que le bitube.

- Les radiateurs les plus éloignés sur la boucle sont de dimension de plus en plus importante étant donné que la température d'entrée diminue.

Fig.9 : Distribution monotube d'installation de chauffage

Il existe 2 types d'installation **monotube série** et **monotube dérivée**.

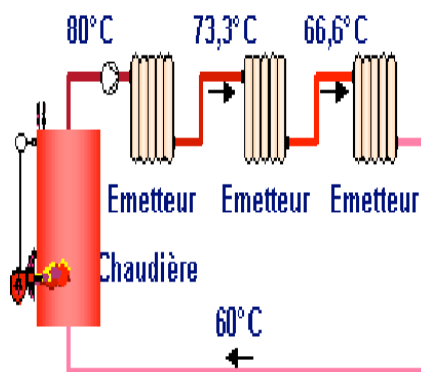


Fig.9a .Distribution monotube série

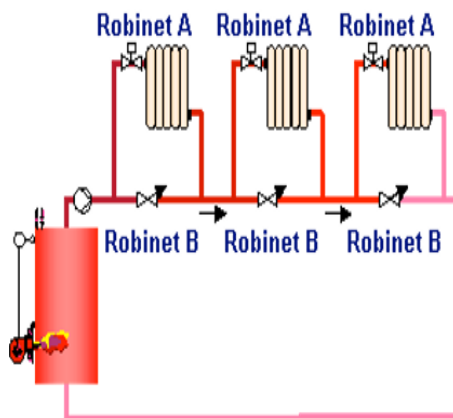
Source: CHENUIL, Techniques des installations sanitaires et énergies thermiques , les réseaux de chauffage, AGE.

Principe monotube série

Ce type de raccordement ne permet pas la fermeture individuelle de chaque appareil. Si l'on fermait l'entrée d'un émetteur, les autres ne recevraient pas d'eau chaude.

Les émetteurs ne sont pas alimentés à la même température. La sortie de l'un correspond à l'entrée de l'autre.

Il ne peut donc être utilisé que pour alimenter plusieurs émetteurs situés dans un seul grand volume, tel qu'une salle de classe, un hall etc... On ne rencontrera pas de circuit monotube de type série pour le chauffage d'un logement.



Principe monotube dérivé

Comme pour les circuits monotubes séries, les émetteurs sont alimentés successivement, mais on installe **des robinetteries** permettant la fermeture d'un émetteur sans perturber le fonctionnement des autres.

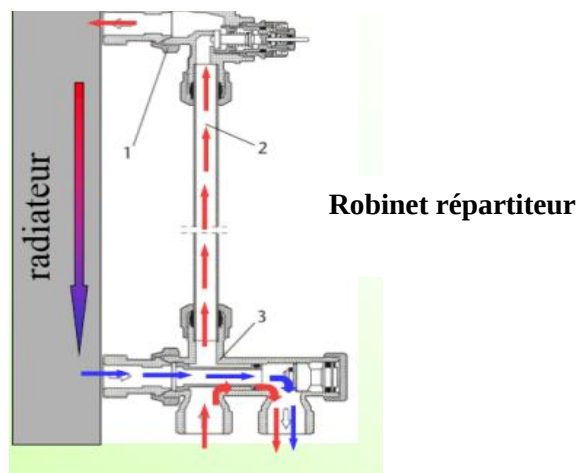
Sur l'entrée on raccorde le tube venant de la chaudière, pour le premier radiateur.
Sur la sortie on raccorde l'entrée du robinet répartiteur du radiateur suivant.

L'eau revient du dernier radiateur au retour chaudière.

Fig.9b: Distribution monotube dérivé d' installation de chauffage.

Source: CHENUIL, Techniques des installations sanitaires et énergies thermiques, les réseaux de chauffage, AGE.

Chaque radiateur est équipé d'un **robinet répartiteur**. Ce robinet comporte une entrée et une sortie.



• Distributions bitube spécifiques

Principe distribution en parapluie :

- Les radiateurs sont raccordés en parapluie
- L'eau chaude monte au dessus des radiateurs puis redescend.
- La circulation de l'eau peut être assurée par thermosiphon

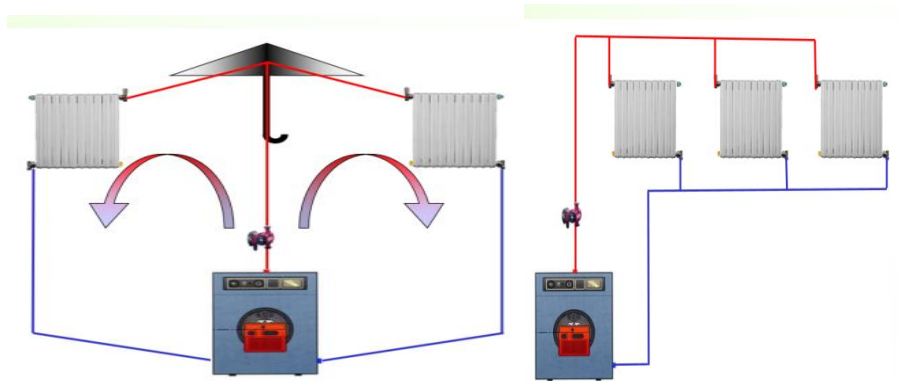
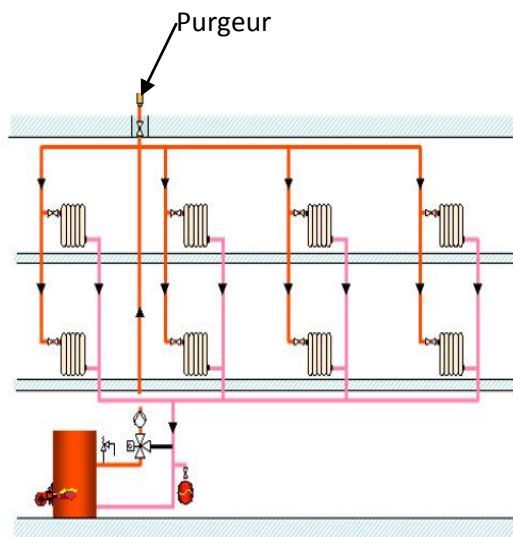


Fig.10: Distribution bitube en parapluie

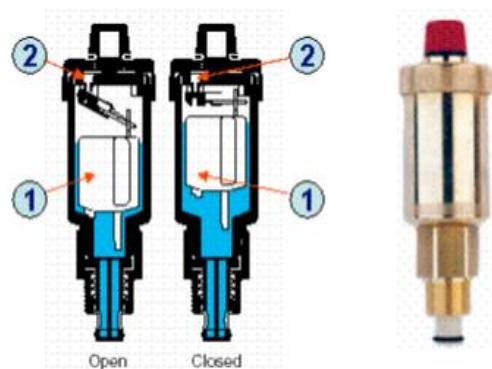
Source : la distribution de chauffage, J -M R. D-BTP, 2006



Dans ce type d'installation, l'eau réchauffée par la chaudière est totalement véhiculée en haut de l'installation avant de redescendre au travers des différents émetteurs.

Fig.10a : Distribution collective bitube en parapluie / installation de purgeur d'air.

Source: CHENUIL, Techniques des installations sanitaires et énergies thermiques , les réseaux de chauffage, AGE.



Purgeur d'air

Au point haut de l'installation, on installe un purgeur d'air permettant l'évacuation des poches d'air emprisonnées dans les tuyauteries.

1-Flotteur

2- Pointeau

Principe de distribution en chandelle :

- L'eau chaude monte directement aux radiateurs puis redescend vers la chaudière .
- les canalisations sont en dessous des émetteurs : passage en plinthes, passage dans un sous/sol, un vide sanitaire.
- cette distribution est fréquemment utilisée

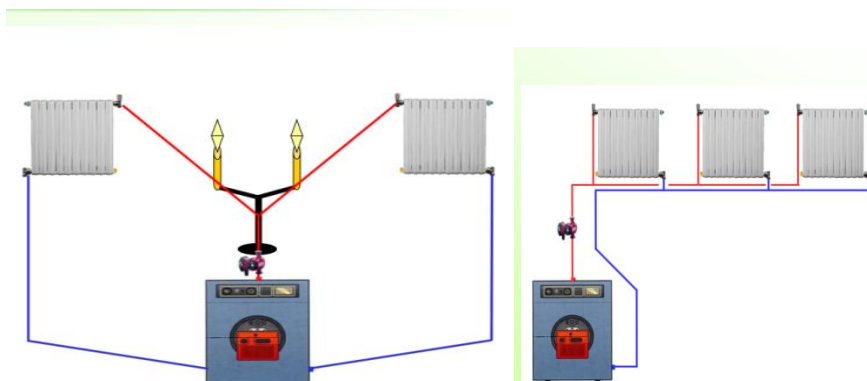
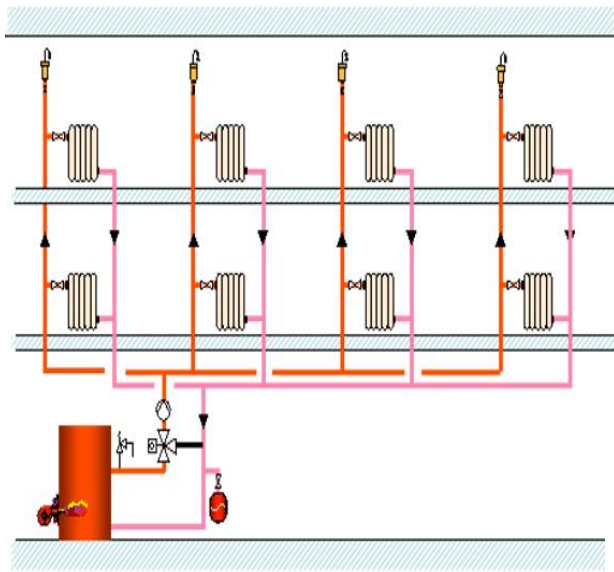


Fig.11: Distribution bitube en chandelle

Source : la distribution de chauffage, J -M R. D-BTP, 2006



Dans ce type d'installation, l'eau réchauffée par la chaudière est véhiculée vers diverses colonnes d'alimentation de groupes d'émetteurs.

En haut de chaque colonne une **purge d'air** est installée pour permettre le dégazage de l'installation.

Fig.11a :Distribution collective bitube en chandelle / purgeur d'air.

Source: CHENUIL, Techniques des installations sanitaires et énergies thermiques , les réseaux de chauffage, AGE.

Principe de distribution en drapeau:

- Les tuyauteries sont verticales et les émetteurs sont raccordés sur ces colonnes.
- ce système est utilisés pour desservir des étages .

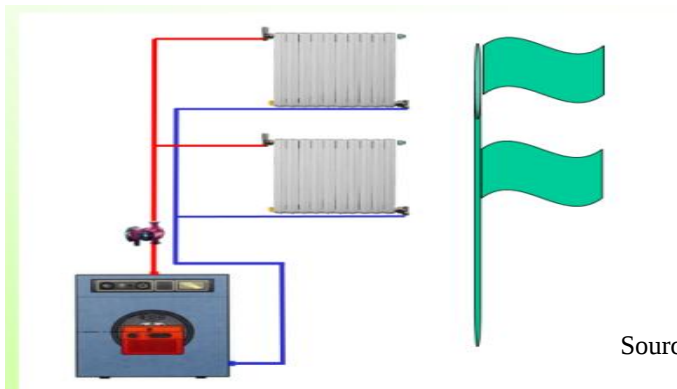


Fig.12: Distribution bitube en drapeau

Source : la distribution de chauffage, J -M R. D-BTP, 2006

Principe de distribution en pieuvre :

- Les radiateurs peuvent être équipés de robinets et de tés de réglage ou de robinets de distribution bitube.
- le circulateur de chaudière alimente les collecteurs de départ et de retour.
- Les radiateurs sont raccordés directement aux collecteurs (en cuivre type PER).
- Les tuyauterie d'alimentation passent dans le sol sous fourreaux.
- Rapidité de mise en œuvre, équilibrage et calcul des radiateurs plus faciles.

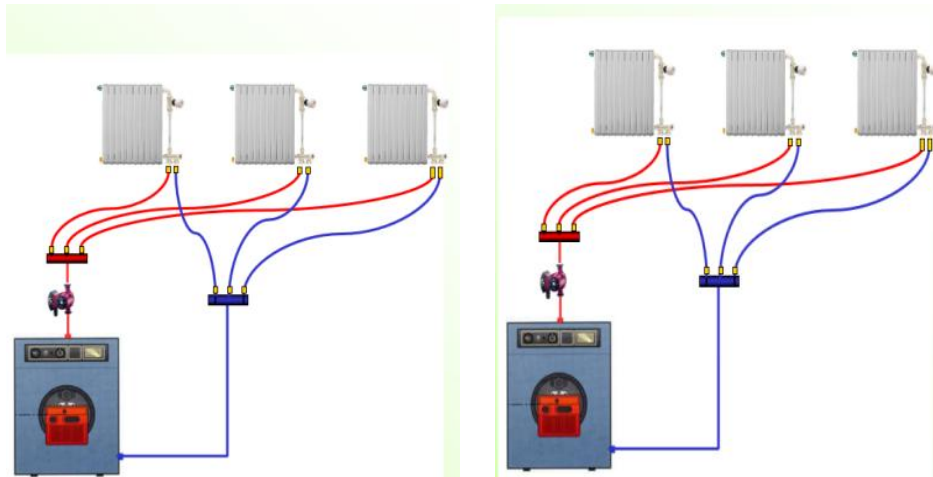
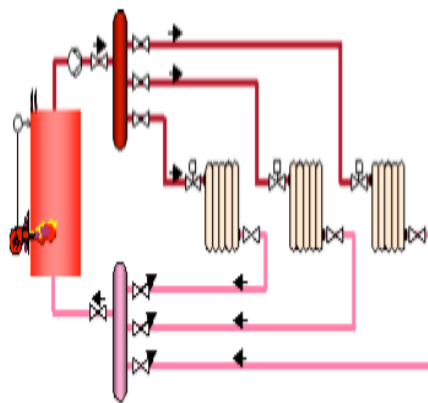


Fig.13: Distribution bitube en pieuvre

Source : la distribution de chauffage, J -M R. D-BTP, 2006



Ce type de distribution consiste à alimenter chaque émetteur à partir d'un distributeur aller et d'un distributeur retour appelés collecteurs ou clarinettes.

Fig.13a: Distribution bitube en pieuvre

Source: CHENUIL, Techniques des installations sanitaires et énergies thermiques , les réseaux de chauffage, AGE.

Principe de la boucle Tiechelmann

Le réseau décrit une boucle telle que la somme des trajet aller + retour est la même pour chaque radiateur.

La somme des pertes de charge du circuit alimentant chaque radiateur étant ainsi constante : ce réseau est auto-équilibré : efficace dans les cas difficiles de l'équilibrage.

-Longueur de canalisations plus importante que le bitube .

-L'extension pose le même problème que le monotube.

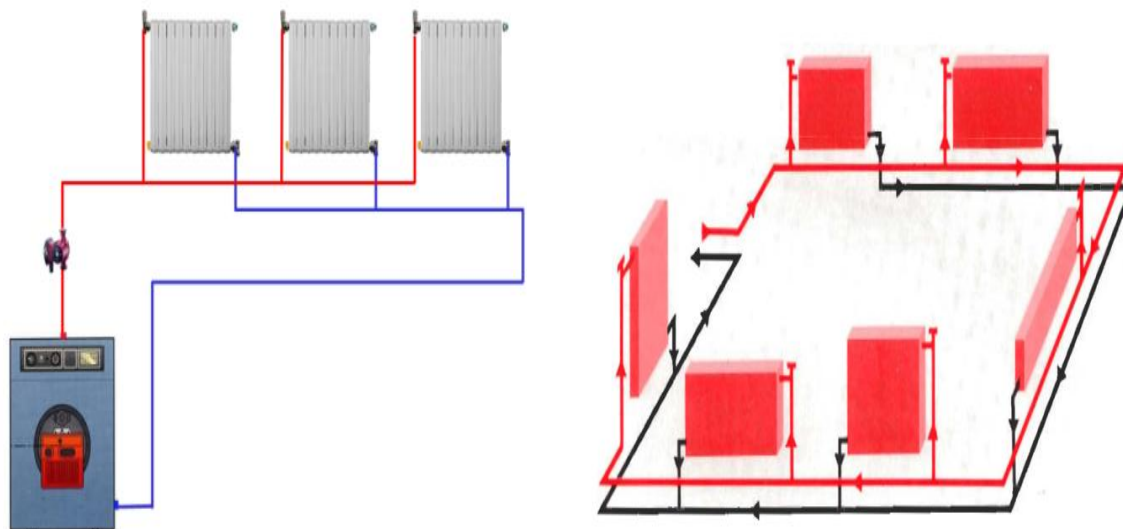
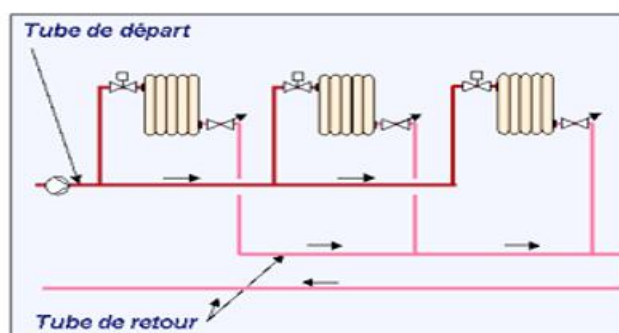


Fig.14 : Distribution par boucle Tiechelman

Source : la distribution de chauffage, J -M R. D-BTP, 2006

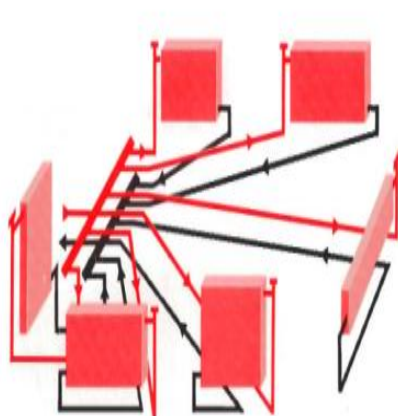
Il est plus facile de régler le débit de chaque appareil.



Source: CHENUIL, Techniques des installations sanitaires et énergies thermiques , les réseaux de chauffage, AGE.

• Autre type de distribution :

Distribution centralisée



Principe de la distribution centralisée :

Chaque radiateur est raccordé directement à deux collecteurs centraux (aller et retour) alimentés par la chaudière .

Le raccordement "en étoile" des radiateurs est généralement encastré dans la dalle de sol.

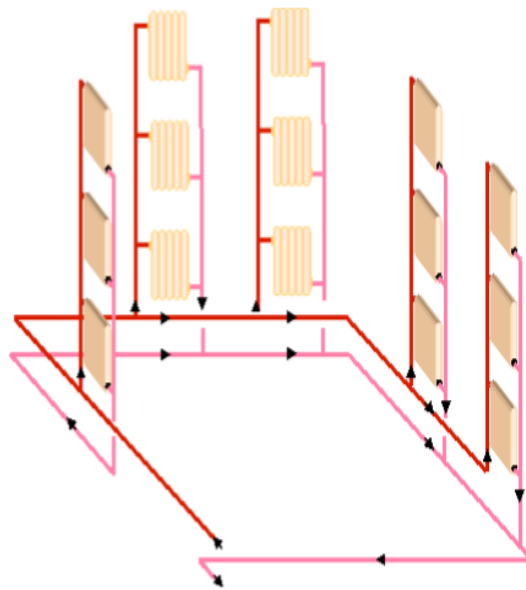
- Optimise la mise en œuvre : utilisation d'éléments préfabriqués (collecteurs, raccords).

- Consommatrice d'une quantité de tube plus importante que les autres réseaux.

Fig.15 : Distribution centralisée

Source : la distribution de chauffage, J -M R. D-BTP, 2006

Combinaison de différents modes de raccordement



La distribution horizontale (alimentation des colonnes) est de **type bitube Tichelmann**, tandis que la distribution verticale (alimentation des radiateurs) est de **type bitube classique**.

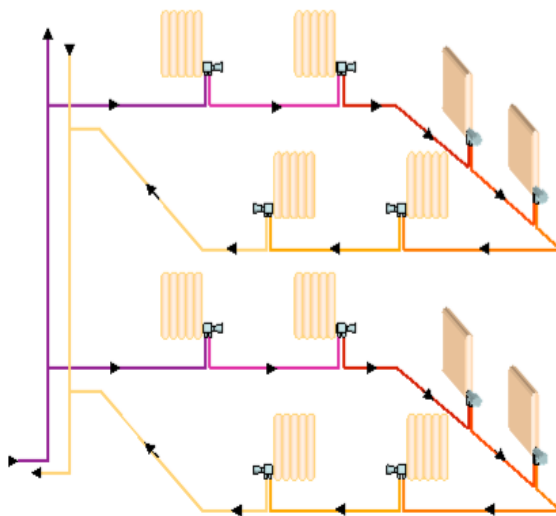


Fig.16: Combinaison de différents modes de distribution de chauffage électrique.

Source: CHENUIL, Techniques des installations sanitaires et énergies thermiques , les réseaux de chauffage, AGE.

Des circuits de **type monotube dérivé** sont raccordés sur des colonnes alimentées **en mode bitube**. Sur ce schéma, on distingue une colonne de type bitube et 2 lignes de type monotube.

Comment choisir un réseau de distribution ?

Le but de l'étude est de choisir un réseau optimal à partir d'un petit nombre de critères précis:

- optimiser le mètre de tuyauteries
- la durée de montage,
- Le temps d'étude,
- L'équilibrage du réseau,
- La simplicité de mise en œuvre.

4- Dimensionnement de l'installation du chauffage central (cf. cours Détails et CES)

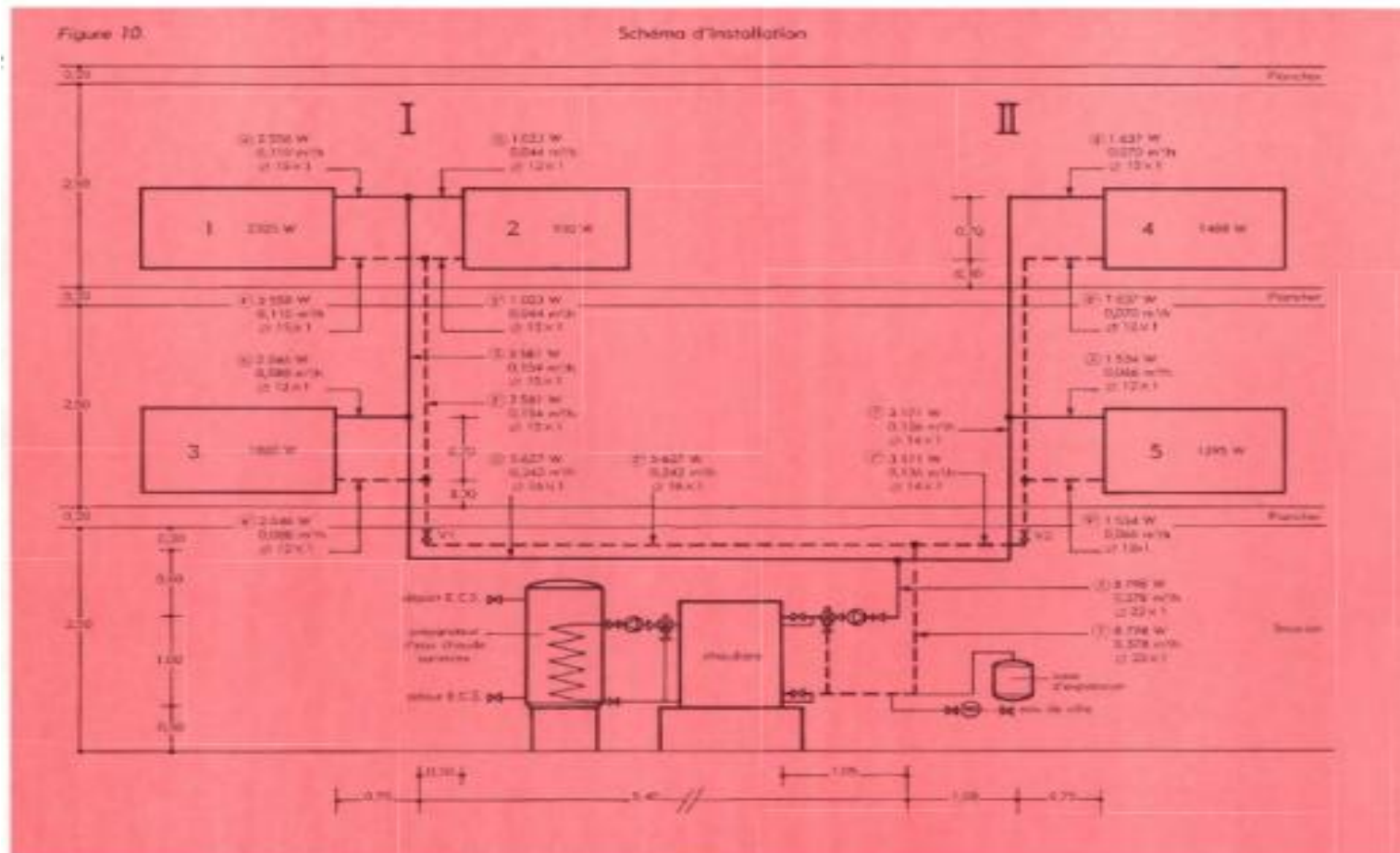
Pour rappel, les étapes de base pour le dimensionnement du chauffage central sont :

- 1-calculer la surface et le volume du local.
- 2-déterminer le coefficient de consommation d'énergie c (ou U_{bat}).
- 3-déterminer la température ambiante du local.
- 4-déterminer la température externe (de base) selon la zone climatique.
- 5-calcul des déperditions
- 6- Choix des radiateurs.

Autres dimensionnements (du domaine du spécialiste) : détermination de la puissance de la chaudière, dimensionnement de la pompe, du réseaux de tuyauteries, équilibrage de l'installation, dimensions du vase d'expansion,

La figure suivante indique l'ampleur et la complexité du dimensionnement de l'installation du chauffage central (fig.17).

Fig.16: Dimensionnement des composant de l'installation du chauffage central



Références bibliographiques :

- CHENUIL, Techniques des installations sanitaires et énergies thermiques , les réseaux de chauffage, AGE.
- La distribution de chauffage, J -M R. D-BTP, 2006.
- Energie et avenir , Guide de dimensionnement des radiateurs à eau chaude, 2010.
- leschroniquesdegoliah.com

