

3.1. LES RÈGLES À RESPECTER

Le rôle du réseau de chauffage est de distribuer, sous forme d'un débit d'eau chaude, la chaleur produite par la chaudière vers chacun des corps de chauffe. Il est composé de canalisations et de différents accessoires : pompes, vannes d'arrêt, vannes de réglage... La première chose à faire est de déterminer le tracé qu'emprunteront les tubes de cuivre ; il faut ensuite choisir les diamètres, les différents accessoires et leur mode de mise en œuvre. Les règles à respecter, qui conditionnent ces différents choix, portent sur les points suivants :

- la distribution de la puissance calorifique doit s'effectuer de façon à ce que les canalisations soient capables de transporter les débits nécessaires aux corps de chauffe, ce qui signifie que :

- les diamètres des tubes de cuivre doivent être de taille suffisante,
 - l'équilibrage hydraulique doit être tel qu'aucun corps de chauffe ne puisse recevoir trop d'eau au détriment de ce qui est nécessaire aux autres.
- Ces points sont traités au chapitre 4 concernant le calcul du réseau.
- la dilatation des canalisations ne doit porter aucun préjudice aux canalisations elles-mêmes ou à leur environnement,
 - la dilatation de l'eau ne doit pas mettre en danger l'installation,
 - le bruit provoqué par la circulation doit être réduit au minimum.

3.2. LES DIFFÉRENTS TYPES DE RÉSEAUX

Les corps de chauffe étant définis ainsi que la chaudière, il existe de nombreuses manières de les relier entre eux. Le but de l'installateur est de choisir un réseau optimal à partir d'un petit nombre de critères précis. Il est par exemple possible d'optimiser :

le mètre des tuyauteries, la durée du montage, le temps d'études, l'équilibrage du réseau, la simplicité de mise en œuvre... Il existe 4 types de réseaux principaux dont on trouvera la représentation sur les figures 1 à 4.

► 3.2.1. LE RÉSEAU BI-TUBE

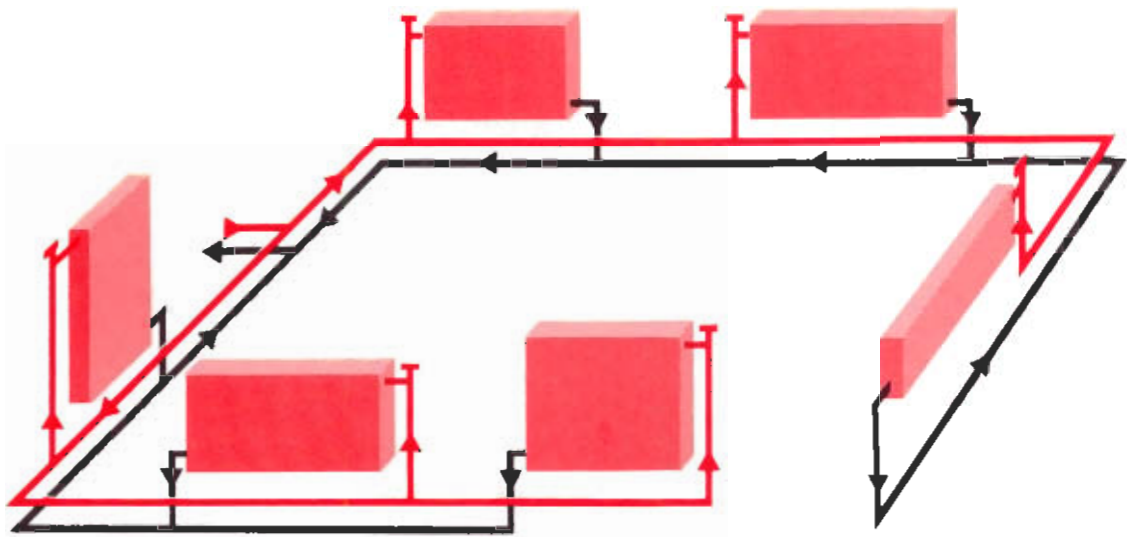
C'est le type de réseau le plus utilisé. Il se présente sous la forme de deux tubes cheminant parallèlement : un tube aller et un tube retour sur lesquels sont branchés chacun des corps de chauffe. Aux pertes thermiques près, la température de l'eau qui alimente les corps de chauffe est

à peu près constante et indépendante du réglage de ces derniers.

Ce type de réseau a l'avantage de pouvoir être étendu ou ramifié aisément.

Les installations bi-tube disposent aujourd'hui d'organes d'équilibrage performants : vannes et tés de réglage précis, dont certains permettent une lecture directe du débit.

Figure 1.



Le réseau bi-tube

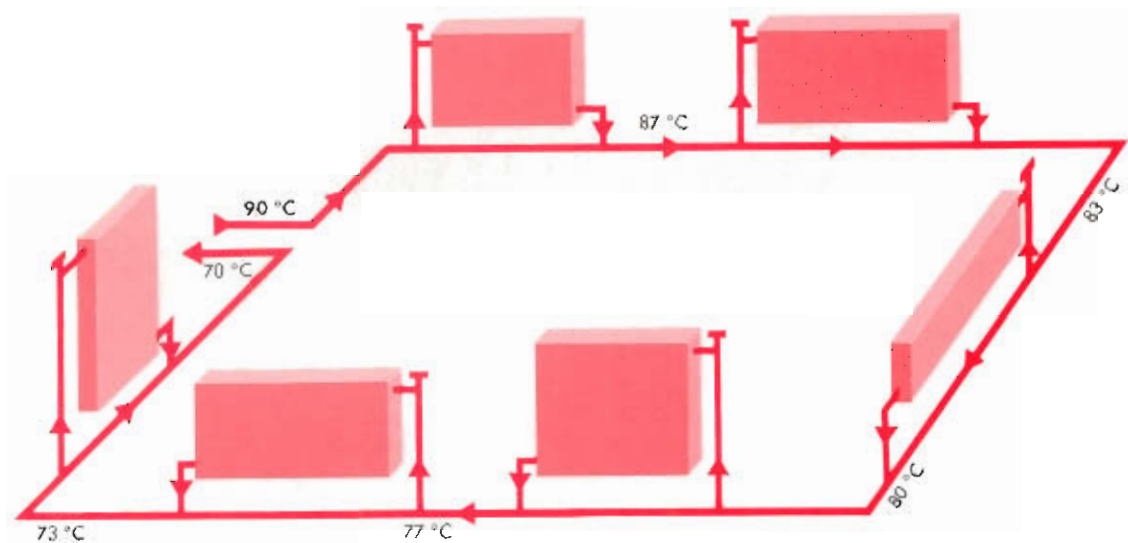
► 3.2.2. LE RÉSEAU MONO-TUBE

Il est constitué d'une boucle formée d'un seul tube sur laquelle les corps de chauffe se branchent en dérivation. Les réseaux importants peuvent comprendre plusieurs boucles. L'intérêt de ce système est d'optimiser la longueur des tubes installés, cependant :

- le mono-tube exige des diamètres plus importants que le bi-tube,
- les extensions y sont moins aisées, les corps de chauffe doivent être implantés à proximité immédiate de la boucle qui les alimente,

- les corps de chauffe étant montés en série sur la boucle, la température de l'eau diminue en s'éloignant de la chaudière, obligeant à augmenter la taille des corps de chauffe,
- les corps de chauffe ne sont pas indépendants : le réglage d'un radiateur influe sur la température de l'eau et donc sur l'émission des corps de chauffe situés en aval. Sur les grandes boucles, les influences des régloches de chaque corps de chauffe se cumulent tout ou long du parcours,
- en conséquence, le calcul, l'équilibrage et le réglage de l'installation sont délicats. Les grandes boucles sont déconseillées.

Figure 2.



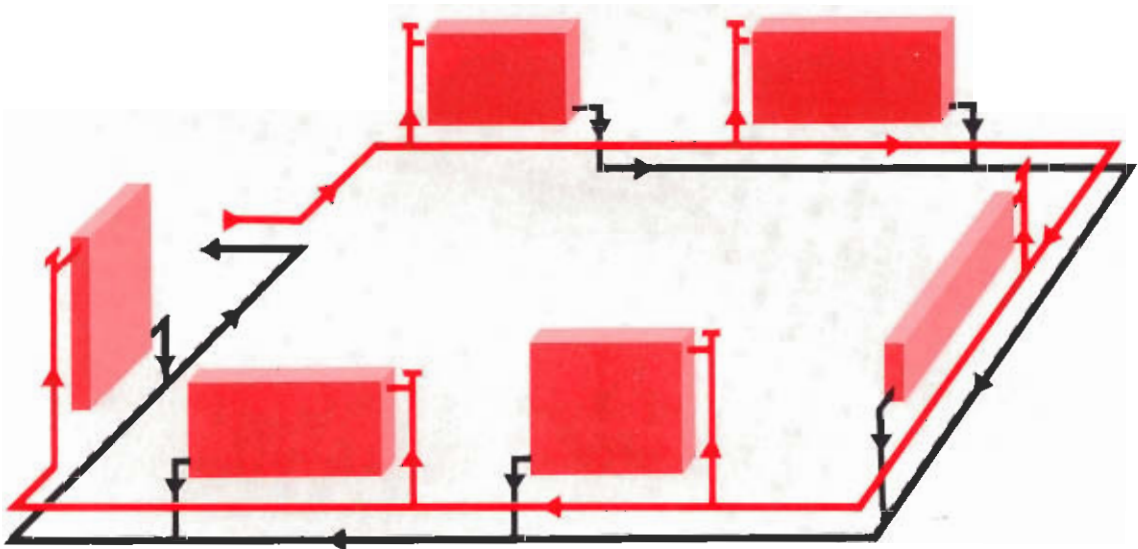
Le réseau mono-tube

► 3.2.3. LA BOUCLE DE TIECHELMANN

C'est une variante du réseau bi-tube, mais le réseau décrit une boucle telle que la somme des trajets 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. Il s'agit donc d'un système qui optimise l'équilibrage, cependant :

- une longueur de canalisations plus importante que pour le bi-tube est généralement nécessaire,
 - l'extension de l'installation pose les mêmes problèmes que le réseau mono-tube.
- La boucle de Tiechermann est un système efficace dans les cas difficiles d'équilibrage.

Figure 3.



La boucle de Tiechermann

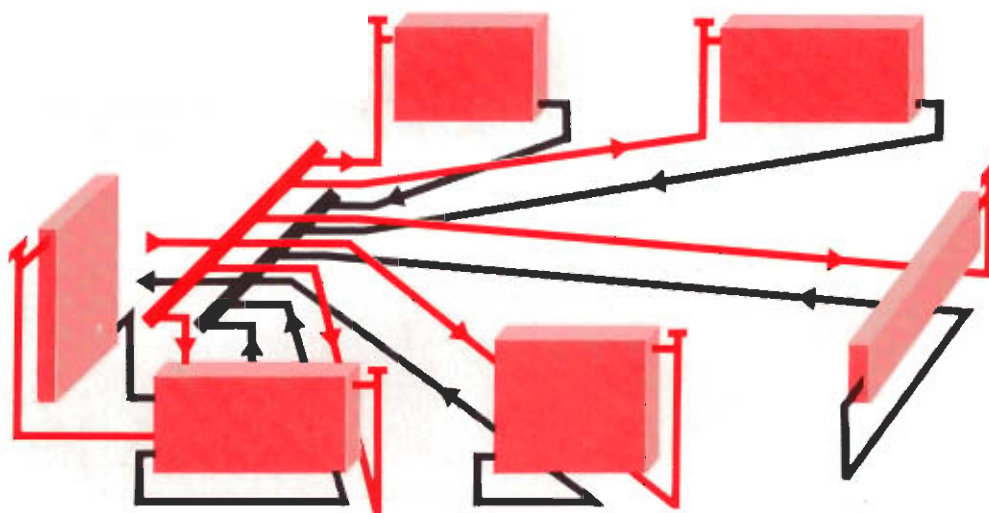
► 3.2.4. LA DISTRIBUTION CENTRALISÉE

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. Ce système faisant appel à des éléments préfabriqués (collecteurs, raccords...) optimise

la mise en œuvre, ainsi que l'étude de l'installation.

La distribution centralisée ne nécessite pas l'emploi d'une main-d'œuvre hautement qualifiée. Elle est consommatrice d'une quantité de tubes plus importante que les autres réseaux.

Figure 4.



La distribution centralisée

3.3. CIRCULATION DU FLUIDE CALOPORTEUR

La circulation du fluide caloporteur est assurée par une pompe.

Dans certaines installations cependant, la différence de densité de l'eau, due aux différences de température, peut suffire à la circulation du fluide. Ce type d'installation, appelé thermosiphon, n'est pratiquement plus utilisé de nos jours, l'économie de la pompe

étant largement compensée par le surcoût de la tuyauterie dont les diamètres sont plus élevés et par le coût d'une étude complexe. L'équilibrage des installations en thermosiphon est particulièrement délicat et le fonctionnement à bas régime aléatoire, voire dangereux pour la chaudière mal irriguée.

3.4. EXPANSION

Dans une installation de chauffage, la masse d'eau en circulation voit son volume varier en fonction de la température. Si la dilatation de l'eau est contrariée, des contraintes très importantes vont s'exercer qui mettront en péril les différents éléments de l'installation : chaudières, radiateurs, vannes, pompes...

Un dispositif d'expansion doit donc contrôler le volume d'eau dans l'installation de chauffage, afin d'y maintenir une pression statique à peu près constante.

Dans les petites et moyennes installations, deux systèmes sont utilisés :

► 3.4.1. LE VASE D'EXPANSION OUVERT

Il est placé au point le plus haut de l'installation et le niveau d'eau peut y monter ou descendre librement. La pression en tout point du réseau est maintenue constante par la hauteur de la colonne d'eau dont les variations sont très faibles.

Le circuit étant ouvert, ce dispositif constitue une sécurité absolue en cas de surchauffe ou d'ébullition ; il est cependant encombrant et doit être obligatoirement placé en comble. Il est inutilisable dans la chaufferie en terrasse. Ce système est de moins en moins utilisé.

► 3.4.2. LE VASE D'EXPANSION FERMÉ

Il s'agit d'un ballon dans lequel la pression d'un gaz, le plus souvent de l'azote, compense la pression du fluide ; le vase se remplit plus ou moins en fonction de la dilatation de l'eau. Il y a dans ce cas des variations de pression dans le réseau qui doivent rester dans les limites admissibles pour l'installation.

Ce dispositif est relativement compact, il peut être placé n'importe où sur le réseau, généralement sur le circuit retour à proximité de la chaudière. L'eau n'y entre pas en contact avec l'air. Son emploi s'est généralisé dans les petites et moyennes installations.

Les fabricants de vases d'expansion fournissent, avec leurs matériels, tous les éléments de calcul nécessaires à leur dimensionnement et à leur installation.

3.5. RÉGULATION

► 3.5.1. LES DIFFÉRENTS TYPES DE RÉGULATION

Une installation de chauffage est dimensionnée par rapport aux conditions extérieures de base. Lorsque les conditions climatiques varient, la puissance du chauffage doit être ajustée. C'est l'objet de la régulation.

Un régulateur détermine une grandeur de réglage (ouverture de vanne, puissance du brûleur...) en fonction de différents paramètres (températures extérieure, intérieure...).

On rencontre deux principes de régulation :

- **La régulation en boucle ouverte**

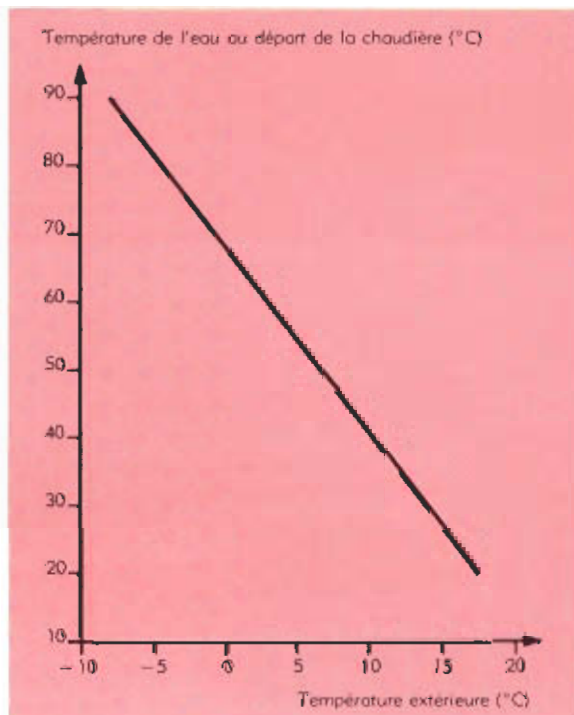
La puissance est déterminée à chaque instant en fonction des conditions extérieures.

On modifie la puissance envoyée aux corps de chauffe en faisant varier la température de l'eau au départ de la chaufferie.

La fonction qui permet au régulateur de calculer la puissance est donnée par l'installateur sous la forme d'une courbe appelée loi d'eau représentée en figure 5.

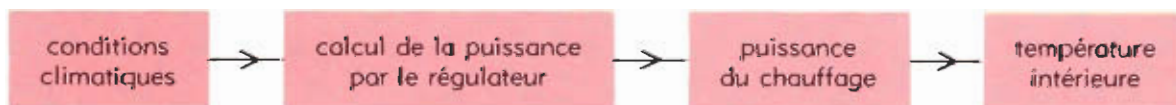
La loi d'eau définit la température nécessaire dans le circuit en fonction de la température extérieure.

Figure 5.



Loi d'eau

Le schéma de fonctionnement d'une régulation en boucle ouverte est le suivant :



• **La régulation en boucle fermée**

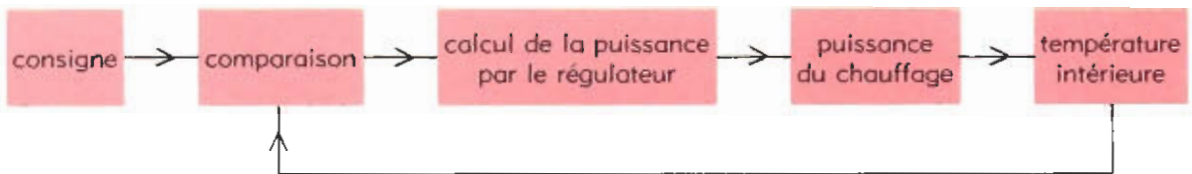
La puissance est déterminée par comparaison entre la température intérieure du local à chauffer et une température de consigne. La fonction de calcul de la puissance est définie par le régulateur. On distingue ;

- le régulateur taut ou rien (TOR) : lorsque la température intérieure est inférieure à la

consigne, la puissance maximale est utilisée ;

- le régulateur à action proportionnelle (P) : la puissance est proportionnelle à l'écart entre la température intérieure et la consigne ;
- les régulateurs à action proportionnelle intégrale et dérivée (PID) : ils combinent plusieurs actions à la fois.

Le schéma de fonctionnement de la régulation en boucle fermée est le suivant :



• **Avantages et inconvénients**

Une boucle ouverte réagit rapidement aux modifications climatiques ; elle est par conception très stable. Par contre, elle ne prend pas en compte les variations locales des conditions intérieures. Une boucle fermée réagit lentement aux changements climatiques mais rapidement aux changements internes. Elle est moins stable

que la régulation en boucle ouverte : la température réglée tend à osciller autour de la valeur de consigne. Généralement, une installation combine les deux types de régulation ; la régulation en boucle ouverte régule globalement la puissance de chauffage et la boucle fermée affine la régulation dans les locaux à forte variation de charge thermique.

► 3.5.2. RÉGULATION DE LA CHAUDIÈRE

Elle se fait généralement dans le système de régulation en boucle ouverte.

Il existe deux modes d'action possibles pour moduler la puissance :

- action directe sur le brûleur principalement répandu dans les petites installations (fig. 6) : dans ce cas, le régulateur R fixe, en fonction de la température extérieure, le point de consigne du thermostat de régulation TR de la chaudière qui agit sur le brûleur.

- action sur le fluide pour les installations plus importantes (fig. 7) :

la chaudière produit de l'eau à température constante grâce à son thermostat TR.

Le régulateur R fixe la température du circuit en agissant sur une vanne trois voies qui mélange l'eau de la chaudière et l'eau de retour des radiateurs.

Les chaudières murales à faible encombrement et à très faible capacité en eau sont le plus souvent livrées sous une forme manobloc comprenant, outre la chaudière, un brûleur, une pompe de circulation et parfois un dispositif de régulation. Dans ce cas, la régulation par vanne trois voies est à proscrire, à moins d'interposer une bouteille de capacité suffisante :

la faible capacité en eau de la chaudière pourrait être amenée rapidement à ébullition lors d'une fermeture intempestive de la vanne, et ce malgré les thermostats de sécurité.

► 3.5.3. RÉGULATION FINALE SUR LES CORPS DE CHAUFFE

Différents dispositifs sont utilisables mais pour des raisons de coût et de simplicité de mise en œuvre, les robinets thermostatiques sont les plus largement utilisés. Il s'agit, en fait, de vannes deux voies munies d'un moteur thermique, d'une régulation à action proportionnelle et d'une bande de température. Lorsque plus de la moitié des corps de chauffe sont équipés de robinets thermostatiques, il est nécessaire de placer une vanne de décharge après la pompe de circulation afin de limiter la différence de pression entre l'aller et le retour en cas de fermeture des robinets thermostatiques. L'augmentation de cette pression différentielle serait, en effet, source de bruit et de fatigue pour la pompe et les vannes de réglage.

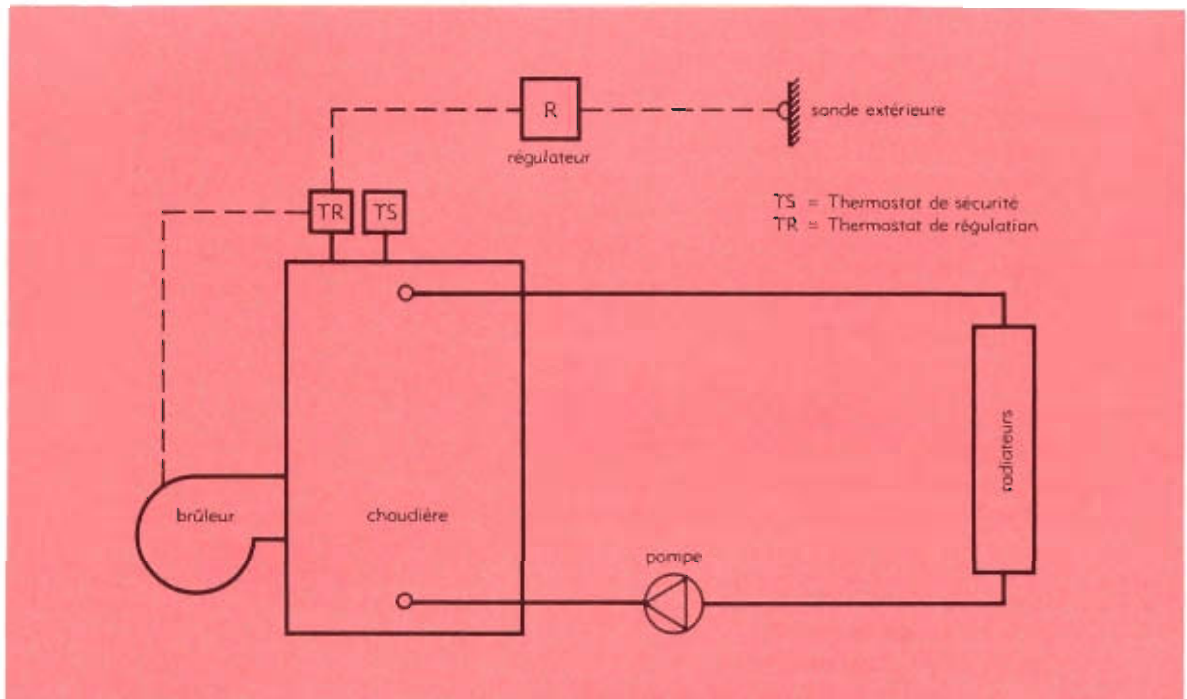
► 3.5.4. LA PROGRAMMATION

La régulation permet de maintenir une température intérieure constante. Il est possible de faire varier cette température en changeant la consigne de la régulation soit manuellement, soit à l'aide d'un programmeur.

Pour permettre la programmation, le régulateur doit disposer de plusieurs points de consigne, généralement deux : par exemple, deux températures de consigne pour un régulateur en boucle fermée, ou deux lois d'eau distinctes pour un régulateur en boucle ouverte.

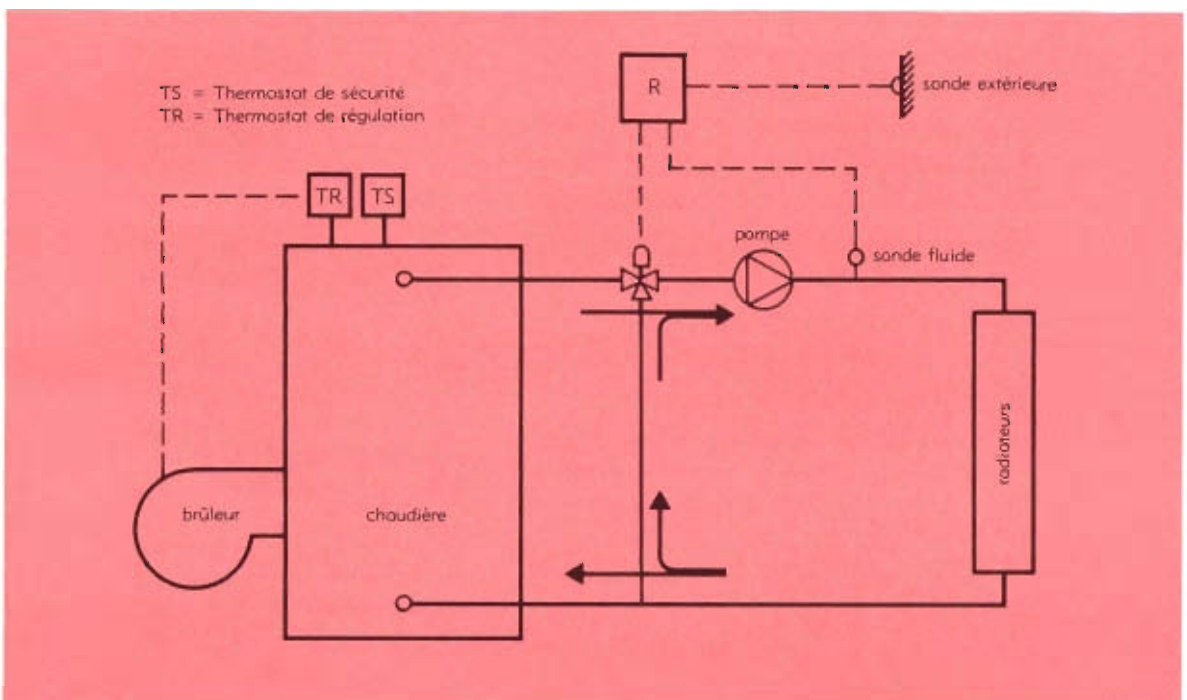
Le passage d'un point de consigne à l'autre est orchestré par une horloge sur laquelle on a programmé les heures de commutations des différents modes de fonctionnement.

Figure 6.



Régulation sur brûleur

Figure 7.



Régulation sur fluide