

Distribution de chaleur et régulation

valable à partir du: 18 décembre 2025

NUSSBAUM RN

Gut installiert Bien installé Ben installato

Applications et solutions

Table des matières

1	Description de l'application	3
1.1	Introduction	3
1.2	Bases physiques	3
1.2.1	Equation de continuité	3
1.2.2	Equation de Bernoulli	4
1.2.3	Changement volumique de l'eau	5
1.2.4	Loi de Henry	6
1.3	Systèmes et composants	7
1.3.1	Aperçu des composants	7
1.3.2	Systèmes de distribution monotube et bitube	8
1.3.3	Pompe de circulation	8
1.3.4	Tuyaux de chauffage	8
1.3.5	Isolation thermique	9
1.3.6	Vase d'expansion sous pression	10
1.3.7	Vanne thermostatique	11
1.3.8	Raccord de retour	12
1.3.9	Chauffage au sol	13
1.3.10	Dalle active	15
1.4	Caractéristiques des systèmes de distribution de chaleur	16
1.4.1	Températures ambiantes	16
1.4.2	Courbe caractéristique du réseau de conduites	17
1.4.3	Composition de l'eau de chauffage	18
1.4.4	Corrosion dans des conduites de chauffage	18
1.5	Méthodologie	19
1.5.1	Technique de régulation	19
1.5.2	Dimensionnement des distributions de chaleur	23
1.5.3	Remplissage d'installations de chauffage	23
1.5.4	Dégazage	24
1.5.5	Essai de pression d'installations de chauffage et de réfrigération	24
2	Homologations et certifications	25
2.1	Lois, normes et directives	25
2.2	Notice technique SVGW	25
3	Solutions Nussbaum	26
3.1	Garnitures de raccordement au corps de chauffe et pièces intermédiaires	28
4	Informations complémentaires	30
	Lexique	31
	Bibliographie	32

1 Description de l'application

1.1 Introduction

Le chauffage fait partie intégrante des équipements de base dans les habitations et bâtiments. Il a pour fonction, d'une part, d'assurer le confort thermique souhaité et, d'autre part, de protéger les bâtiments contre la détérioration. Le planificateur et l'installateur ont pour défi d'installer une distribution de chaleur qui procure un climat ambiant agréable avec une consommation minimale d'énergie.

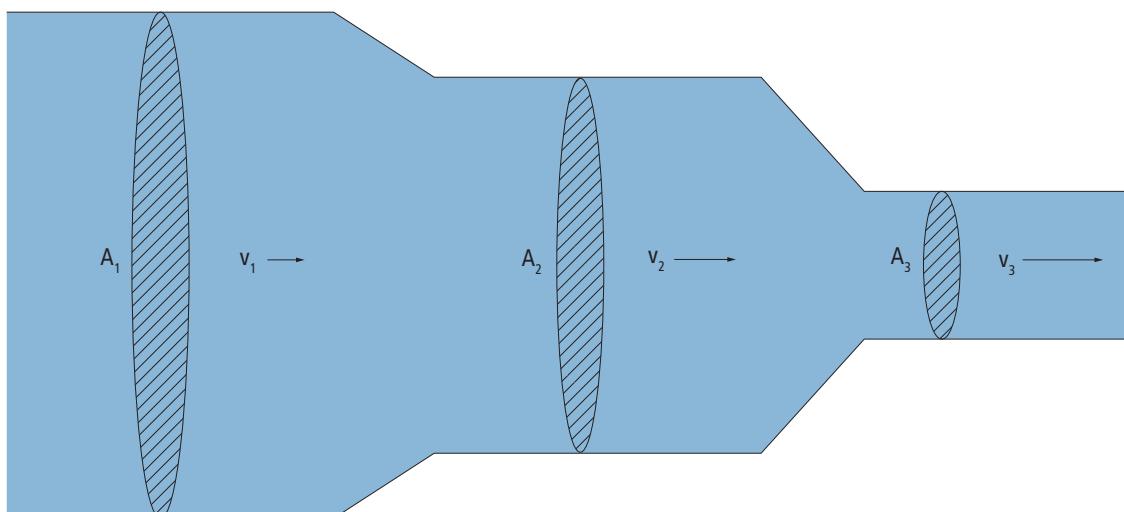
Ce document fournit un aperçu des divers composants, propriétés et méthodes de distribution de chaleur utilisés en relation avec les produits de R. Nussbaum AG. Il y est aussi question des solutions que propose R. Nussbaum AG dans ce domaine.

Le document peut servir à la formation et à la communication avec les prestataires.

1.2 Bases physiques

1.2.1 Equation de continuité

L'équation de continuité établit que le débit volumique reste toujours le même en chaque point d'une conduite, quelle qu'en soit la section où s'écoule le fluide (loi de la conservation de la masse: ni ajout ni perte de masse). Il en résulte que la vitesse d'écoulement augmente lorsque que la section de la conduite diminue, à la condition toutefois que le fluide soit incompressible. C'est pourquoi l'équation de continuité du débit volumique ne s'applique pas aux gaz (par contre, l'équation de continuité du débit massique s'applique aussi aux gaz, à savoir aux fluides compressibles).



Sections de conduite $A_1 > A_2 > A_3$

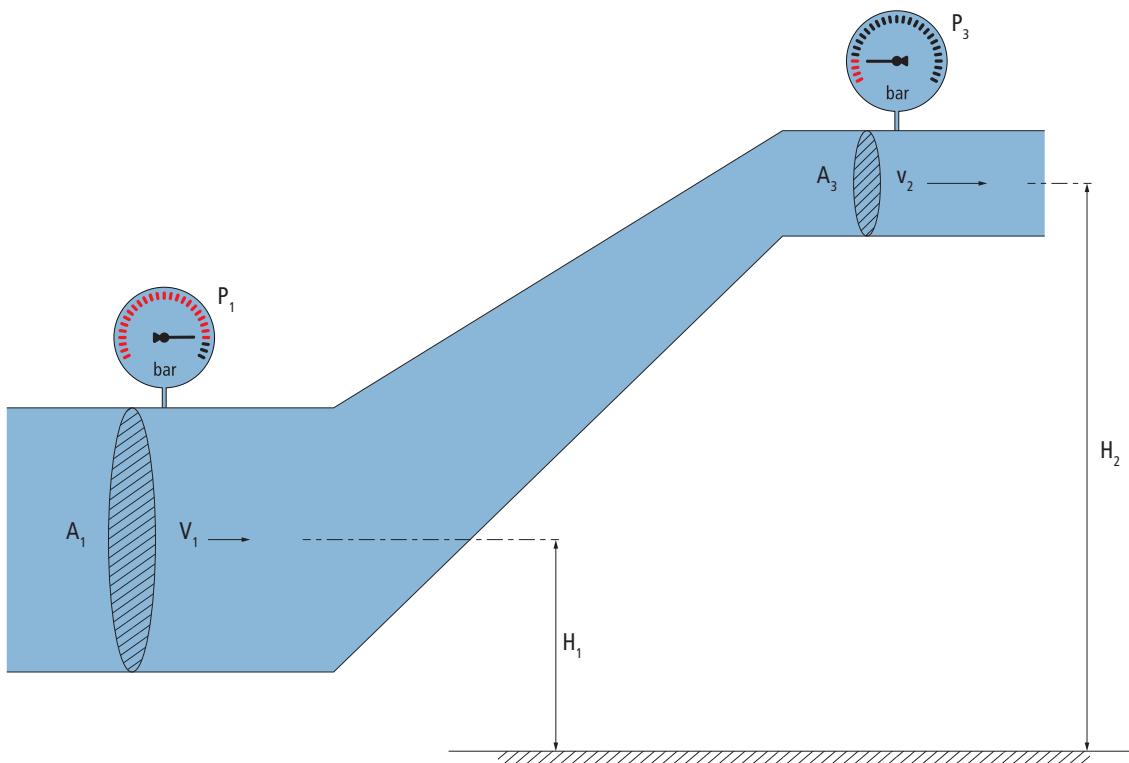
Vitesses d'écoulement $v_1 < v_2 < v_3$

Continuité du débit volumique $Q = A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 = A_3 \cdot v_3$

Fig. 1: Equation de continuité

1.2.2 Equation de Bernoulli

L'équation de Bernoulli stipule que l'énergie d'un fluide en mouvement dans une conduite est la même partout dans cette conduite (loi de la conservation de l'énergie: ni ajout ni perte d'énergie). L'énergie d'un fluide en écoulement est la somme des énergies cinétique, de pression et potentielle. L'énergie cinétique a pour origine le mouvement du fluide dans la conduite. L'énergie de pression résulte du mouvement des atomes et molécules dans le fluide. L'énergie potentielle est l'énergie correspondant à la hauteur à laquelle le fluide tombe par rapport à un plan de référence dans le champ gravitationnel de la Terre.



Energie cinétique	$V_1 < V_2$
Energie de pression	$P_1 > P_2$
Energie potentielle	$H_1 < H_2$
Equation de Bernoulli*	$V_1 + P_1 + H_1 = V_2 + P_2 + H_2$ *simplification

Fig. 2: Equation de Bernoulli

1.2.3 Changement volumique de l'eau

Le changement de volume de l'eau chauffée n'est pas uniforme. Son volume augmente aussi bien lorsqu'elle chauffe au-dessus de +4 °C que lorsqu'elle refroidit à moins de +4 °C. Ce phénomène est connu sous le nom d'anomalie de pression (ou anomalie de l'eau).

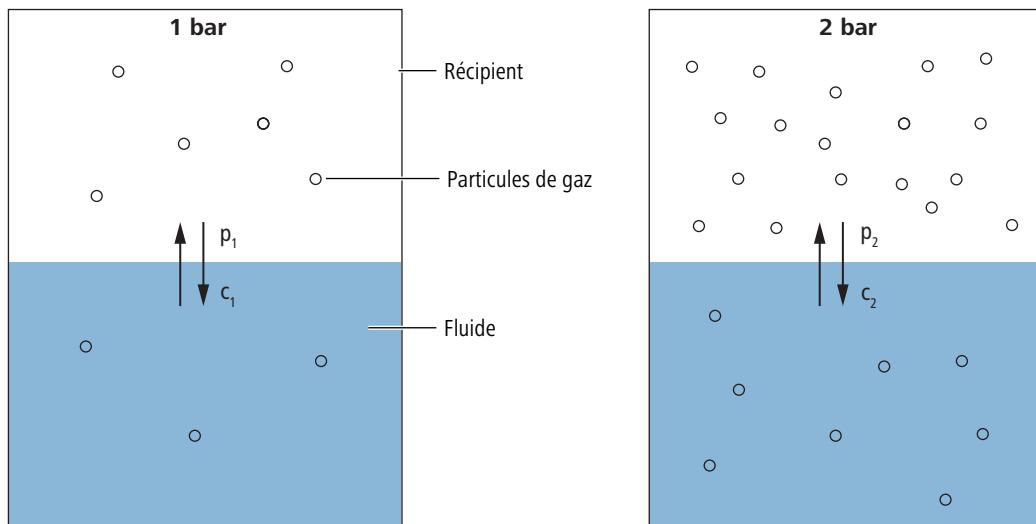
Dans les installations de chauffage, ce changement de volume de l'eau doit être compensé par des équipements techniques adéquats.

Température [°C]	Volume spécifique [dm ³ /kg]	Densité [kg/dm ³]
0	1.00013	0.99987
4	1.00000	1.00000
10	1.00027	0.99973
20	1.00177	0.99823
30	1.00430	0.99572
40	1.00771	0.99235
50	1.01196	0.98818
60	1.01692	0.98336
70	1.02263	0.97787
80	1.02891	0.97190
90	1.03571	0.96552
100	1.04312	0.95866

Tab. 1: Température, volume spécifique et densité de l'eau

1.2.4 Loi de Henry

Un gaz se dilue dans un liquide. A température constante, la concentration du gaz dissous dans un liquide à l'état de saturation est proportionnelle à la pression partielle du gaz au-dessus du liquide.



$$\begin{aligned} \text{Pression partielle du gaz} \quad & p_1 < p_2 \\ \text{Concentration dans le gaz} \quad & c_1 < c_2 \\ \text{Loi de Henry} \quad & H = p/c \end{aligned}$$

Fig. 3: Loi de Henry

Comme pour toute constante d'équilibre, la constante de Henry est fonction de la température. La solubilité d'un gaz dans de l'eau s'accroît à mesure qu'augmente la température. Cela s'observe lorsque l'eau chauffe dans une casserole: il se forme des bulles de gaz qui montent bien avant que l'eau se mette à bouillir.

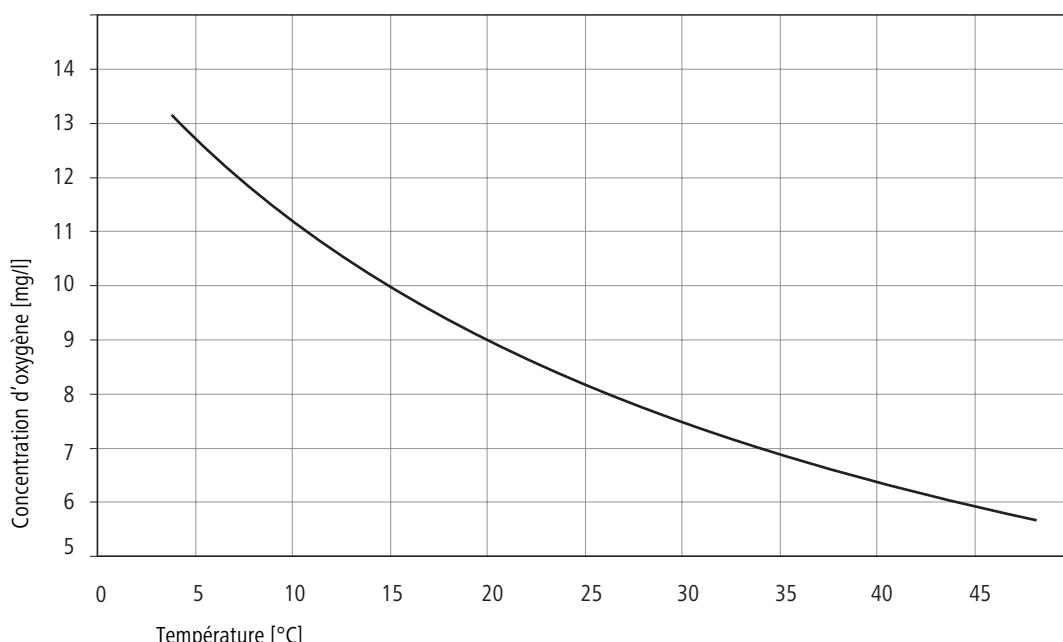


Fig. 4: Concentration d'oxygène dans de l'eau en fonction de la température

La concentration d'oxygène dans de l'eau de chauffage ne devrait pas dépasser 0.1 mg/l.

1.3 Systèmes et composants

1.3.1 Aperçu des composants

L'aperçu suivant montre les composants de la distribution de chaleur dans une installation de chauffage à ramifications.

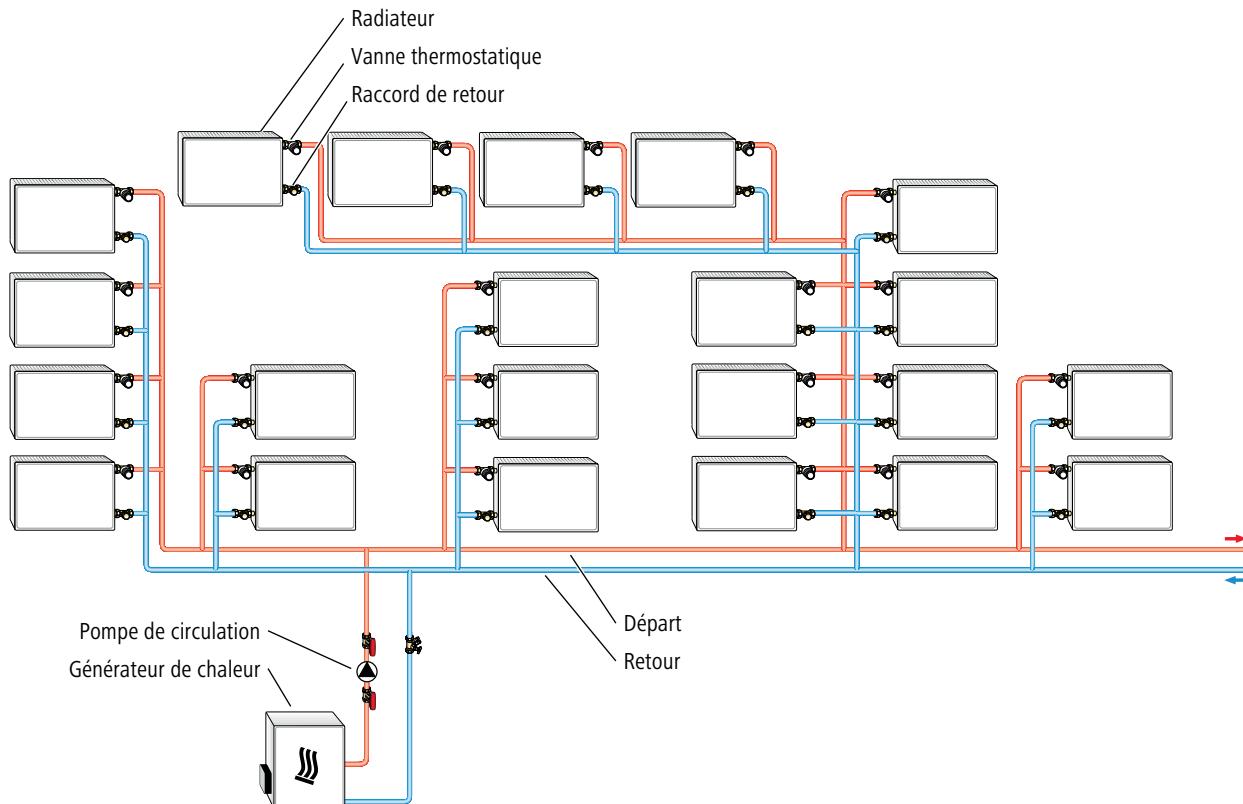
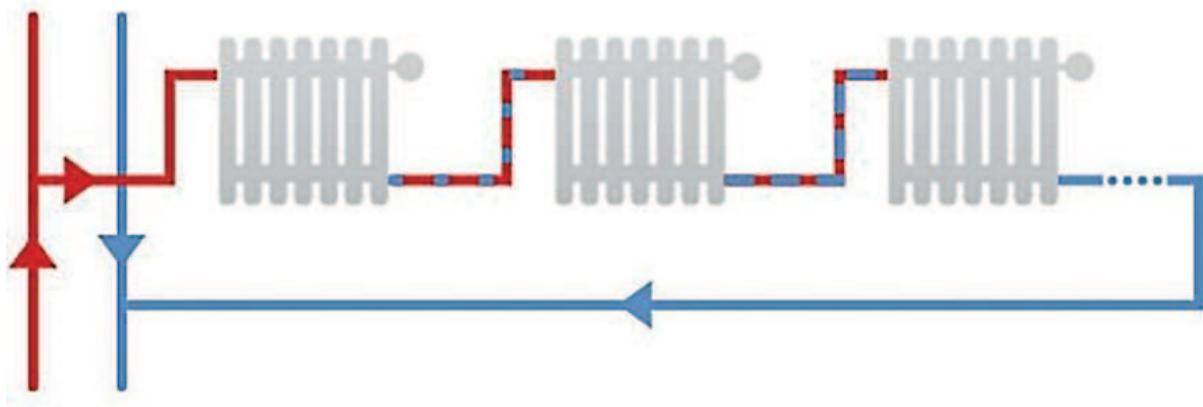


Fig. 5: Aperçu des composants

1.3.2 Systèmes de distribution monotube et bitube

Le chauffage monotube est un système avec des radiateurs connectés l'un à la suite de l'autre et formant une boucle dans laquelle circule l'eau de chauffage. Le chauffage bitube est un système où les radiateurs sont reliés à un collecteur de radiateurs central par des tubes de départ et de retour.

Système de distribution monotube



Système de distribution bitube

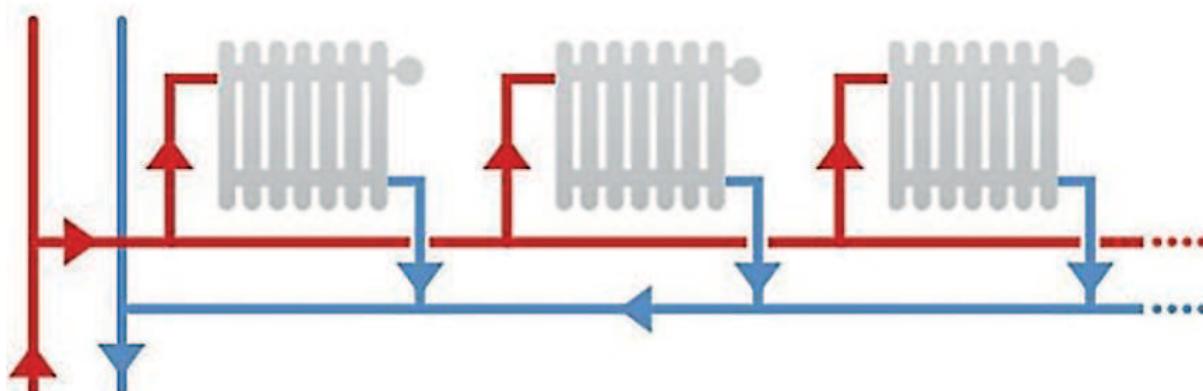


Fig. 6: Systèmes de distribution monotube et bitube

1.3.3 Pompe de circulation

La pompe de circulation sert à transporter l'eau de chauffage dans le réseau de conduites d'une installation de chauffage, de sorte que chaque radiateur du réseau puisse fournir la chaleur requise. La pompe de circulation est d'une conception qui permet au radiateur occupant l'emplacement le plus défavorable de recevoir le débit volumique nécessaire au chauffage requis.

1.3.4 Tuyaux de chauffage

Comme tuyaux de chauffage, on peut utiliser les mêmes types de tubes que ceux employés pour la construction d'installations d'eau de boissons. Les tubes peuvent être en acier, en cuivre, en plastique ou en composites multi-couches.

Lors de la planification d'une installation de conduites, il est impératif de tenir compte des effets de la dilatation (ou contraction) thermique. Pour des informations détaillées à ce sujet, consulter le document «Thématiques dilatation linéaire» de Nussbaum, [Thématique 299.1.083](#).

Pour le chauffage au sol, des tuyaux spéciaux sont utilisés pour les divers circuits de chauffage.

1.3.5 Isolation thermique

Pour les systèmes de distribution de chaleur, la loi prescrit une isolation thermique qui doit répondre à plusieurs fonctions: réduction des pertes de chaleur, protection acoustique et protection des tuyaux de chauffage contre la corrosion extérieure et leur détérioration. Les systèmes de distribution de chaleur doivent avoir une isolation thermique intégrale.

	Température de départ de l'eau de chauffage							
	$\leq 35^\circ\text{C}$		35 ... 50 °C		51 ... 65 °C		> 65 ... 90 °C	
Diamètre nominal des conduites	$\lambda^1 \leq 0.03 \text{ W/mK}$	$\lambda^1 > 0.03 \dots \leq 0.05 \text{ W/mK}$	$\lambda^1 \leq 0.03 \text{ W/mK}$	$\lambda^1 > 0.03 \dots \leq 0.05 \text{ W/mK}$	$\lambda^1 \leq 0.03 \text{ W/mK}$	$\lambda^1 > 0.0 \dots \leq 0.05 \text{ W/mK}$	$\lambda^1 \leq 0.03 \text{ W/mK}$	$\lambda^1 > 0.03 \dots \leq 0.05 \text{ W/mK}$
DN 10	30 mm	40 mm	30 mm	50 mm	30 mm	60 mm	30 mm	60 mm
DN 15	30 mm	40 mm	30 mm	50 mm	30 mm	60 mm	30 mm	60 mm
DN 20	30 mm	40 mm	30 mm	50 mm	40 mm	60 mm	40 mm	60 mm
DN 25	30 mm	40 mm	30 mm	50 mm	40 mm	60 mm	40 mm	60 mm
DN 32	30 mm	40 mm	30 mm	50 mm	50 mm	80 mm	60 mm	80 mm
DN 40	30 mm	40 mm	30 mm	50 mm	60 mm	80 mm	60 mm	80 mm
DN 50	30 mm	40 mm	30 mm	60 mm	60 mm	80 mm	80 mm	80 mm
DN 65	30 mm	40 mm	40 mm	60 mm	60 mm	80 mm	80 mm	80 mm
DN 80	30 mm	40 mm	40 mm	60 mm	60 mm	80 mm	80 mm	100 mm
DN 100	30 mm	40 mm	50 mm	60 mm	80 mm	100 mm	80 mm	100 mm
DN 125	30 mm	40 mm	60 mm	80 mm	80 mm	100 mm	80 mm	100 mm
DN 150	40 mm	40 mm	60 mm	80 mm	80 mm	100 mm	80 mm	100 mm
DN 175	40 mm	40 mm	60 mm	80 mm	80 mm	100 mm	80 mm	100 mm
DN 200	50 mm	50 mm	60 mm	80 mm	80 mm	120 mm	80 mm	120 mm
DN 225 – 350	50 mm	60 mm	80 mm	100 mm	100 mm	140 mm	100 mm	140 mm
DN 400 – 500	60 mm	80 mm	80 mm	120 mm	100 mm	140 mm	100 mm	140 mm

¹ Valeur indiquée à +10 °C

Tab. 2: Epaisseurs d'isolation de systèmes de distribution de chaleur dans les bâtiments (selon la notice technique suissetec Isolation dans la technique du bâtiment)

1.3.6 Vase d'expansion sous pression

Le vase d'expansion sous pression compense les variations de volume de l'eau de chauffage dues au chauffage et au refroidissement de l'installation de chauffage. La compensation est assurée par un gaz séparé de l'eau de chauffage par une membrane mobile. Lors du remplissage de l'installation de chauffage, la pression du gaz (pression de remplissage) est réglée de sorte que, durant le chauffage, la pression de service demeure légèrement inférieure à la pression de réponse de la soupape de sûreté. La pression d'admission empêche que l'eau de chauffage arrive trop tôt dans le vase d'expansion sous pression.

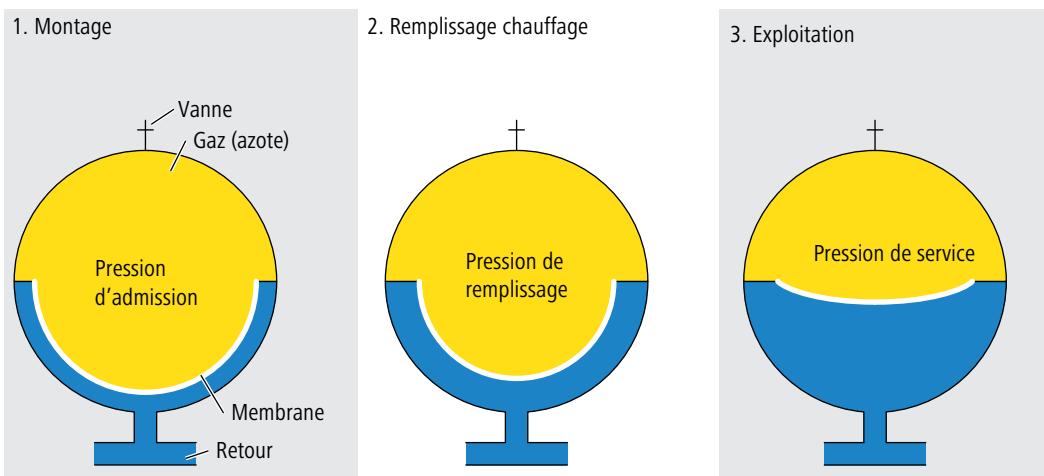


Fig. 7: Vase d'expansion sous pression

1.3.7 Vanne thermostatique

La vanne thermostatique est un dispositif mécanique qui régule la température dans une pièce (régulation dans chaque pièce).

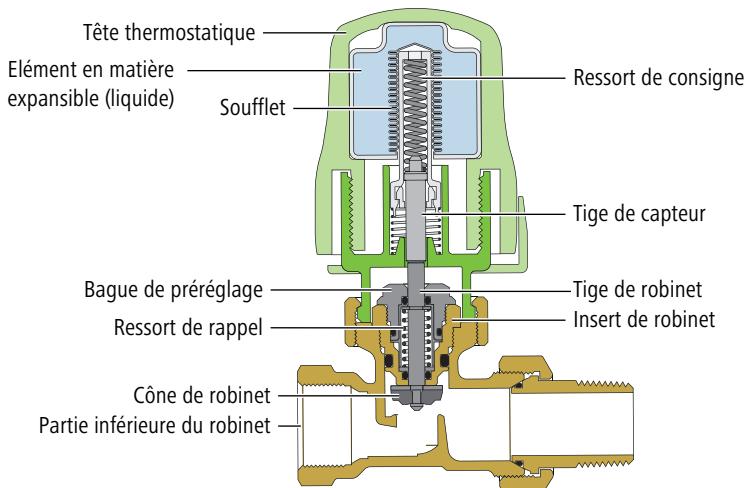


Fig. 8: Anatomie d'une vanne thermostatique

1.3.7.1 Fonctionnement

- On obtient la valeur de consigne de la température ambiante en faisant tourner manuellement la tête thermostatique. La course du filetage de la tête est transmise – via le capteur et la tige de robinet – au robinet, qui se déplace jusqu'au point de fonctionnement et ajuste le débit volumique nécessaire pour maintenir la température ambiante.
- Le ressort de consigne maintient le robinet dans la zone du point de fonctionnement correspondant au réglage de la valeur de consigne lorsque la température ambiante change.
- Le soufflet est l'élément capteur et est rempli d'un élément à dilatation choisi selon la température, par exemple de la cire ou un liquide.
- Lorsque la température ambiante baisse ou augmente, autrement dit lorsqu'elle s'écarte de la valeur de consigne, le soufflet se rétracte ou se dilate. La course du capteur qui en résulte est à son tour transmise – via le capteur et la tige de robinet – au robinet, qui se déplace dans la direction correspondante en sortant du point de fonctionnement, ce jusqu'à ce que la valeur de consigne de la température ambiante soit à nouveau atteinte en raison d'un débit volumique accru ou réduit (description simplifiée d'une régulation, qui ne tient pas compte de l'écart de régulation permanent dans les thermostats).
- Le ressort de rappel sert d'actionneur pour les mouvements inverses du robinet lorsque la valeur de consigne diminue en agissant sur la tête ou lorsque la température ambiante baisse.
- La bague de prérglage permet de limiter manuellement le débit volumique à une valeur maximale.
- Les raccords filetés de la partie inférieure du robinet permettent un raccordement sur le réseau de conduites et sur les radiateurs.

1.3.7.2 Comportement de régulation

La vanne thermostatique correspond à un régulateur proportionnel (régulateur P). L'élément capteur dans le thermostat, à savoir le soufflet, présente une courbe caractéristique linéaire. Le comportement linéaire de l'élément capteur est maintenu tout au long de la chaîne d'effets, du soufflet à l'ouverture de la vanne. C'est pourquoi la modification de la grandeur de réglage, c'est-à-dire le changement du débit volumique dans le départ d'eau de chauffage, est proportionnelle à l'ampleur de l'écart de régulation.

La plage proportionnelle est la plage de régulation dans laquelle fonctionne un régulateur proportionnel. Le diagramme suivant montre une plage proportionnelle de 6°C . La valeur de consigne pour la température ambiante est de 20°C . A 20°C , la vanne est ouverte sur la course correspondant au débit volumique requis. Il n'y a pas de régulation possible en dehors de la plage proportionnelle.

Le diagramme montre la course relative de la vanne en ordonnée. La course relative de la vanne est le rapport entre la course maximale réglée de la vanne et la course nominale de celle-ci.

Si la vanne thermostatique possède une fonction de prérglage du débit volumique maximal, l'ouverture totale de la vanne est limitée en fonction de la valeur réglée, ce qui modifie aussi la courbe caractéristique.

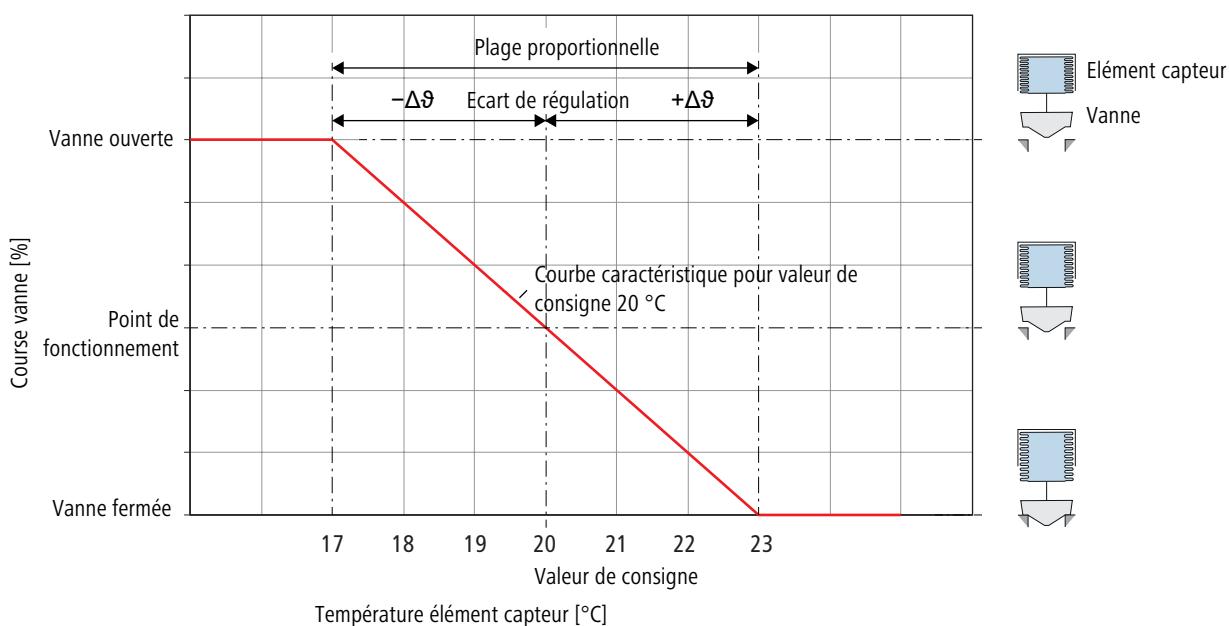


Fig. 9: Plage proportionnelle de vannes thermostatiques (exemple)

1.3.8 Raccord de retour

Le raccord de retour et la vanne thermostatique permettent de retirer un radiateur sans avoir à le vidanger. Selon la conception du raccord de retour, la fonction d'arrêt peut aussi intégrer une fonction de régulation pour permettre une compensation hydraulique. Le raccord de retour se monte sur l'élément de raccord d'un radiateur.

1.3.9 Chauffage au sol

Par rapport aux installations de chauffage mettant en œuvre des radiateurs, le chauffage au sol permet d'atteindre des températures ambiantes par des températures de surface plus faibles des éléments chauffants, ce principalement par rayonnement. Ce mode de chauffage permet de faire des économies d'énergie et d'améliorer le confort. Les radiateurs transmettent la chaleur à l'air ambiant principalement par convection, ce qui peut causer des courants d'air et produire des profils de température ambiante défavorables.

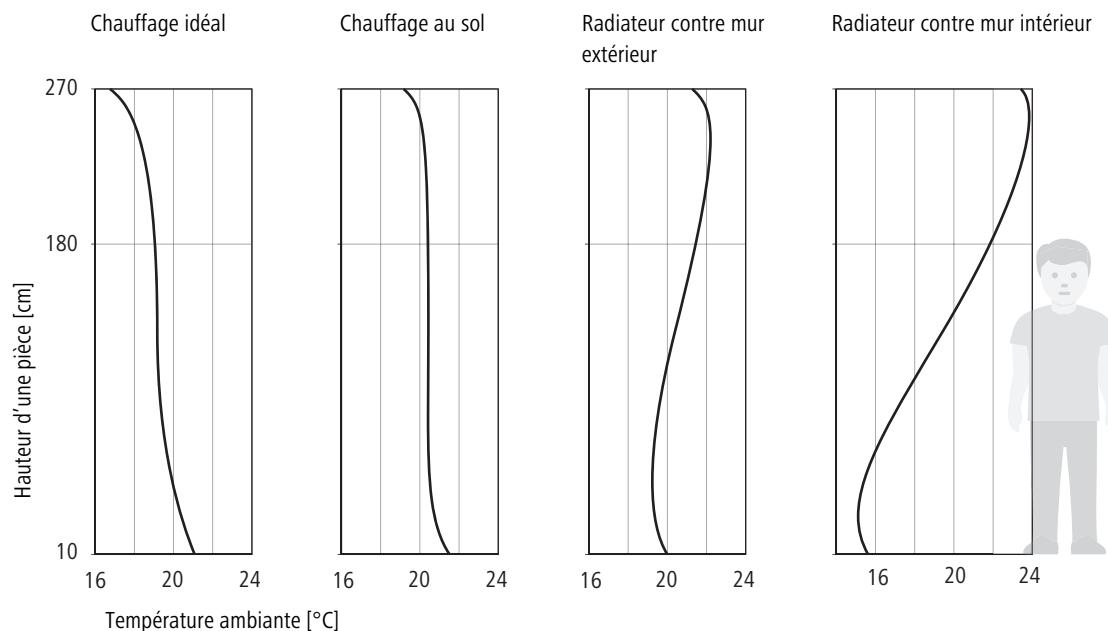


Fig. 10: Comparatifs de profils de température ambiante

1.3.9.1 Collecteurs de chauffage

Les collecteurs de chauffage répartissent la chaleur fournie vers les différents circuits de chauffage d'un système de chauffage au sol. Les collecteurs de chauffage sont composés de collecteurs de départ et de collecteurs de retour avec vannes d'arrêt, de débitmètres et d'inserts de vannes pour accueillir les servomoteurs. L'emplacement du collecteur de chauffage est choisi de manière à ce que les conduites d'alimentation soient aussi courtes que possible.

1.3.9.2 Composants de régulation

Il existe divers composants de régulation pour réguler la température du chauffage au sol. Ils servent à réguler la chaleur de l'eau de chauffage et la température ambiante (régulation dans chaque pièce).

- Unité de réglage (électronique de commande)
- Thermostat d'ambiance (pour la mesure et le réglage de la température ambiante)
- Points de mesure de la température (départ et retour)
- Servomoteurs (pour réguler le débit volumique dans les circuits de chauffage)
- Modules de communication radio (pour transmettre les signaux entre les capteurs et l'unité de réglage et agir sur le chauffage au sol au moyen de terminaux mobiles)

1.3.9.3 Coffrets à encastrer

Les coffrets à encastrer peuvent être en acier et montés en applique ou être encastrés. La taille de l'armoire de distribution dépend des dimensions du collecteur de chauffage et des composants qui viennent s'y ajouter: composants de régulation, régulateurs de pression différentielle et compteurs de chaleur.

1.3.9.4 Systèmes de pose humide

Dans le cas d'une pose humide, les conduites de chauffage sont posées dans une chape qui repose sur une isolation thermique et phonique. Il s'agit en général d'une chape de ciment.

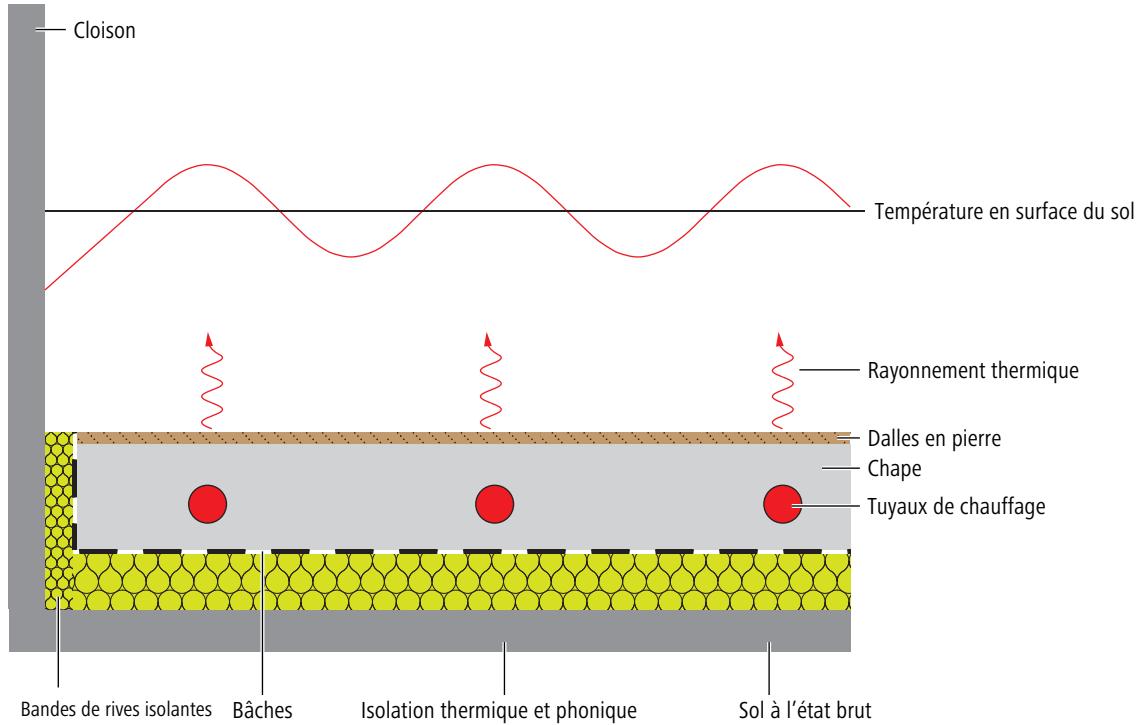


Fig. 11: Pose humide chauffage au sol

1.3.9.5 Systèmes de pose à sec

Dans le cas d'une pose à sec, les conduites de chauffage sont posées dans des plaques rainurées situées sous la chape. Une bâche sépare les conduites de chauffage de la chape. La chape est en général réalisée en ciment, ou il s'agit d'une chape sèche.

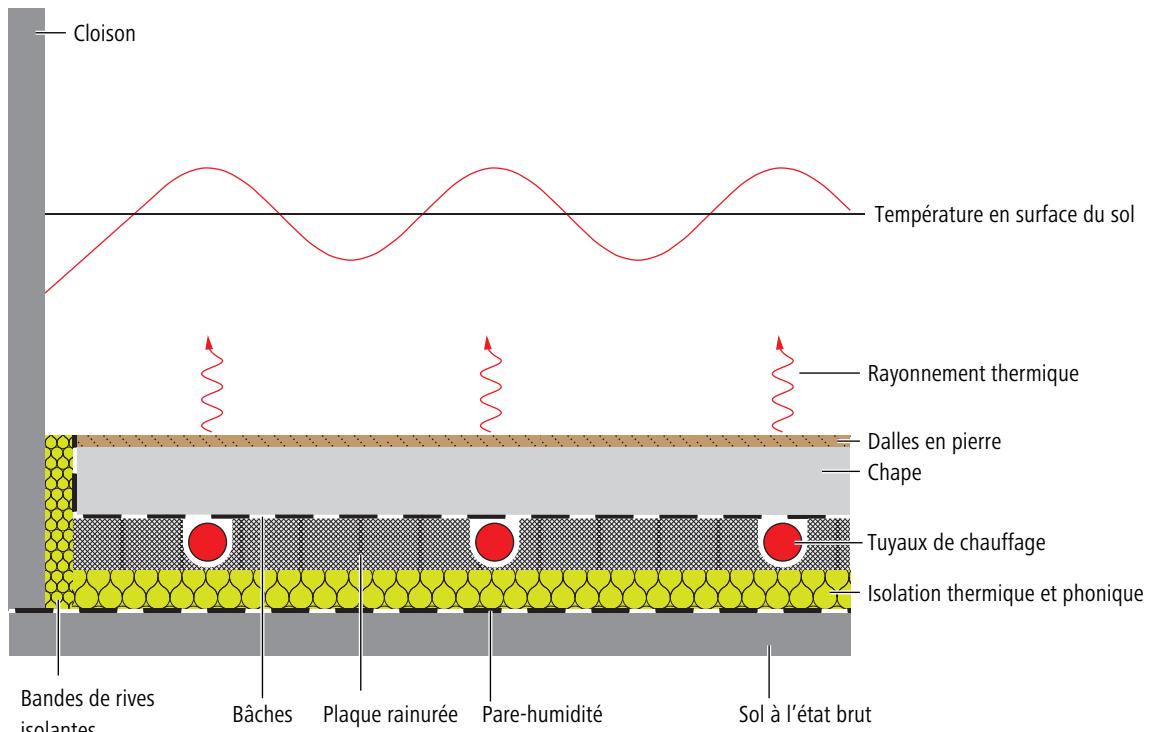


Fig. 12: Pose sèche chauffage au sol

1.3.10 Dalle active

La dalle active, dite aussi activation du noyau de béton (de l'anglais TAB pour modules d'activation thermoactifs) est un type de chauffage au sol où les conduites sont intégrées dans les éléments porteurs en béton d'un bâtiment (planchers, plafonds). Comme dans toute autre installation de chauffage, l'eau qui s'écoule dans les conduites sert de fluide caloporteur. Le béton présente une bonne conductivité thermique et une capacité thermique élevée. Ces propriétés en font un excellent accumulateur thermique d'une énergie convertie en chaleur. La dalle active peut servir au chauffage ou au refroidissement, ce dernier usage jouant un rôle croissant dans les bâtiments. Le refroidissement peut, dans une large mesure, s'opérer passivement.

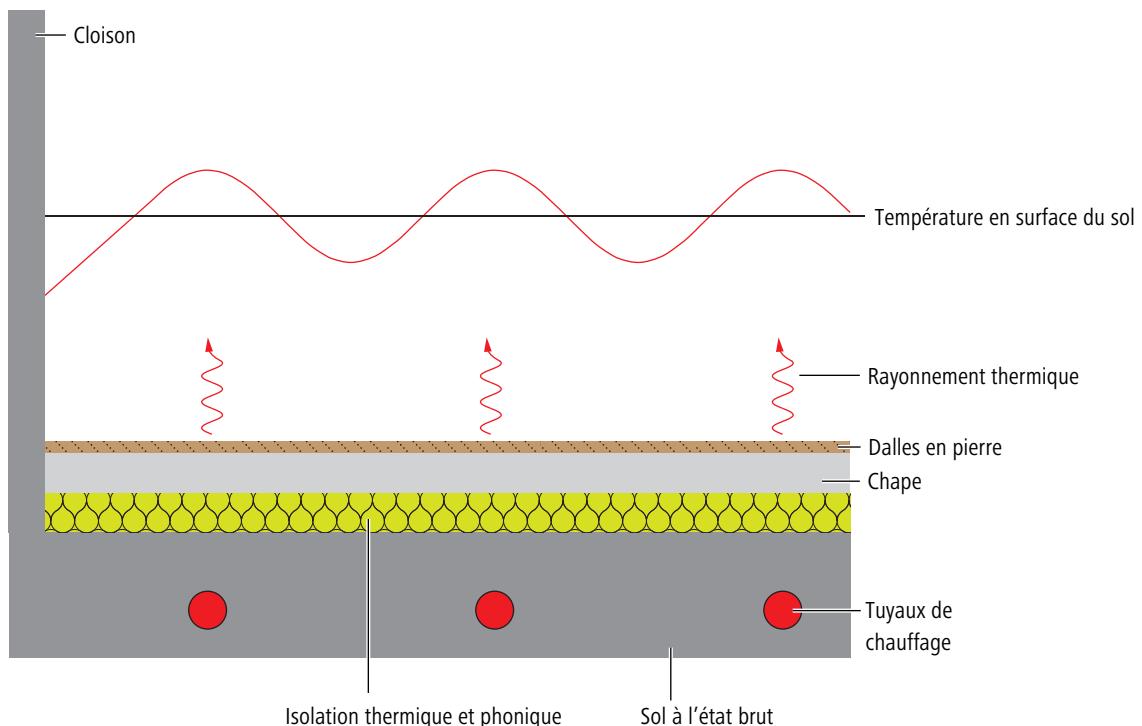


Fig. 13: Dalle active ou activation du noyau de béton (TAB)

1.4 Caractéristiques des systèmes de distribution de chaleur

1.4.1 Températures ambiantes

La norme SIA 180 décrit les exigences en termes de protection thermique et contre l'humidité, ainsi que le climat ambiant dans les bâtiments. Pour ce qui est du confort thermique dans les pièces chauffées, on trouvera ci-après les exigences relatives aux températures ambiantes, aux températures du chauffage au sol, ainsi qu'au gradient thermique vertical maximal.

Le diagramme suivant montre la plage des températures ambiantes nécessaires pour le confort thermique, avec des températures ambiantes minimales et maximales en fonction de la température extérieure. Le diagramme pré-suppose que les occupants des pièces portent des vêtements appropriés durant la journée.

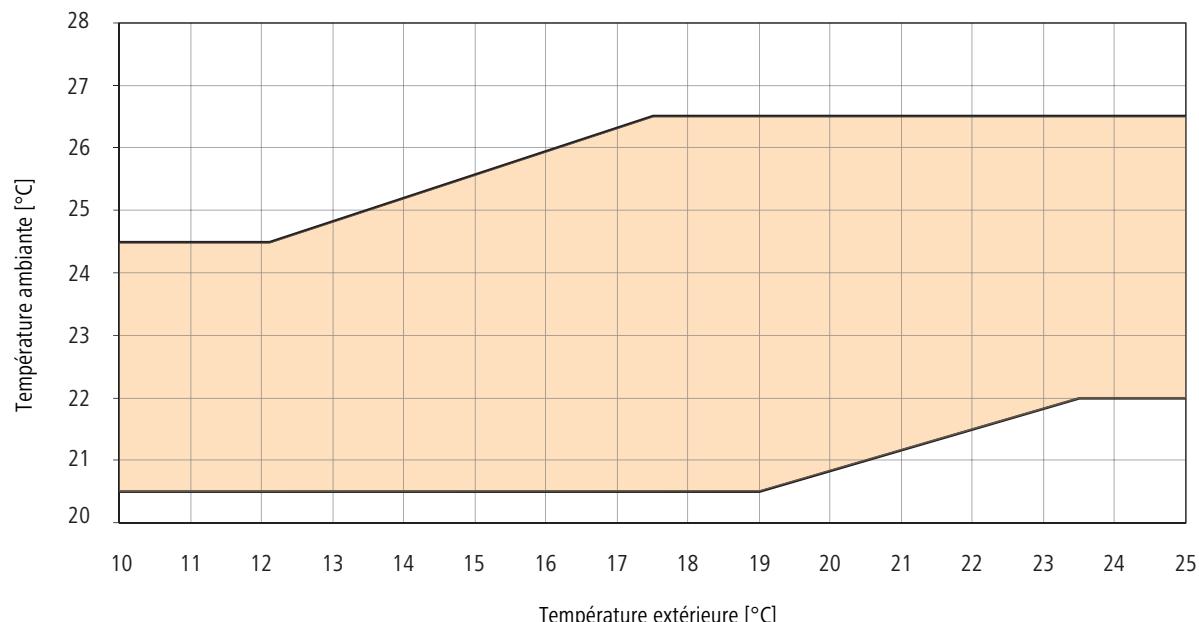


Fig. 14: Températures ambiantes minimales et maximales en fonction de la température extérieure, selon SIA 180.

La différence maximale de température entre la tête (1.7 mètre au-dessus du sol) et les pieds (0.1 mètre au-dessus du sol) d'un occupant de taille moyenne dans une pièce est de 3.3 °C.

Pour un système de chauffage au sol, la plage des températures admissibles pour la surface du sol s'échelonne de 19 à 28 °C.

1.4.2 Courbe caractéristique du réseau de conduites

En se basant sur l'équation de Bernoulli, l'équation de continuité et le nombre de Reynolds, la pression (réelle) dans un réseau de conduites dans lesquelles circule un fluide est calculée comme suit:

$$p(v) = \sum \zeta \frac{\rho v^2}{2} + \sum \lambda \frac{l}{D} \frac{\rho v^2}{2}$$

p: pression [bar]

ζ : coefficient de résistance [—]

ρ : densité du fluide [kg/m³]

v: vitesse d'écoulement [m/s]

λ : coefficient de frottement dans le tuyau [—]

l: longueur de la conduite (tronçon)

D: diamètre tuyau

Le premier signe de sommation additionne les résistances à l'écoulement, par exemple dans des vannes, tandis que le second signe additionne les résistances de frottement du fluide sur les surfaces des conduites.

Avec

$$v = \frac{\dot{V}}{A}$$

s'ensuit

$$p(\dot{V}) = \sum \zeta \frac{\rho}{2} \left(\frac{\dot{V}}{A} \right)^2 + \sum \lambda \frac{l}{D} \frac{\rho}{2} \left(\frac{\dot{V}}{A} \right)^2$$

\dot{V} : débit volumique [m³/s]

A: section conduite [m²]

ce qui donne la courbe caractéristique du réseau de conduites que l'on retrouve dans les ouvrages techniques sur le chauffage. Cette courbe est donc décrite par une fonction de deuxième degré et représente une courbe ascendante de deuxième ordre (parabole), qui passe par l'origine des coordonnées.

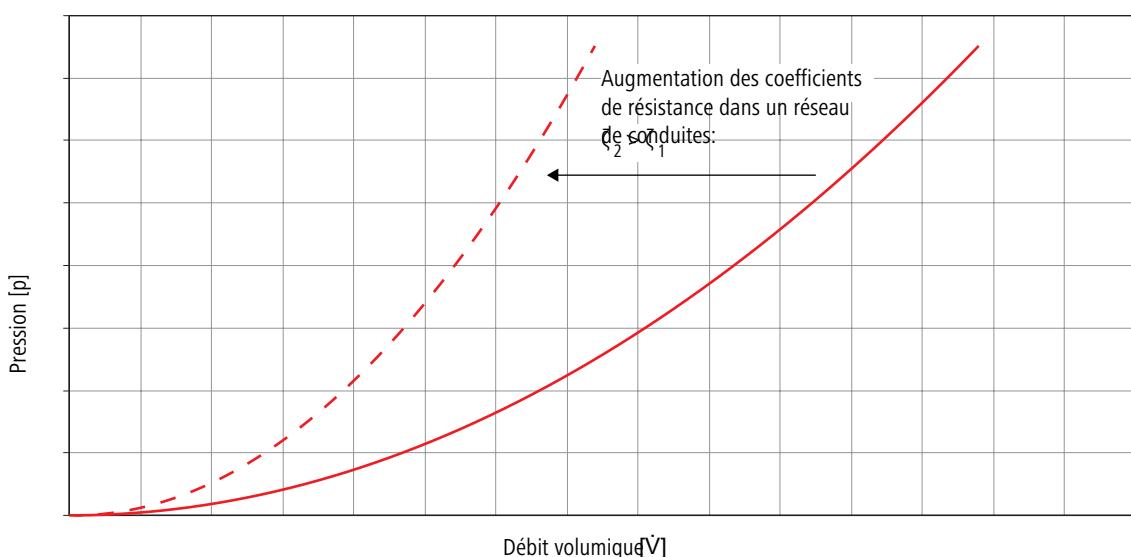


Fig. 15: Courbe caractéristique du réseau de conduites

La courbe caractéristique du réseau de conduites devient plus raide lorsque les résistances à l'écoulement augmentent dans le réseau, p. ex. à la fermeture des vannes.

1.4.3 Composition de l'eau de chauffage

Les exigences auxquelles doit répondre l'eau de chauffage permettent de s'assurer, dans la mesure du possible, de l'absence de corrosion et de dépôts de substances dans une installation de chauffage, avec tout ce que ces phénomènes peuvent entraîner comme dysfonctionnements.

Les exigences varient selon que l'eau de chauffage circule dans un réseau de conduites étanches ou non à la diffusion. Dans les nouvelles installations, on ne met en œuvre plus que des éléments étanches à la diffusion. Ces composants de conduite empêchent en grande partie le transport spontané (diffusion) d'oxygène dans l'eau de chauffage. C'est important car l'oxygène dissout dans l'eau de chauffage agit comme déclencheur de corrosion. Si toutefois une corrosion par l'oxygène se produit, elle est réduite par la faible **conductivité** de l'eau de chauffage. En effet, la corrosion étant un processus électrochimique, elle ne peut avoir lieu que dans un environnement électriquement conducteur. Il est donc préférable que l'eau de chauffage soit d'une faible conductivité. La **dureté totale** est une autre exigence dont il importe de tenir compte puisqu'elle influence la probabilité d'un dépôt de calcaire dans le réseau de conduites. Les composés calcaires (composés carbonatés) ne sont en effet pas électriquement conducteurs. Il en suffit donc de fines couches pour entraver le transfert de chaleur de l'eau de chauffage sur le radiateur. Autres effets des dépôts de calcaire: réduction des sections d'écoulement et alimentation insuffisante en eau chaude des radiateurs concernés, production de bruits gênants dus à une vitesse d'écoulement accrue au niveau local, et dysfonctionnements de pièces mobiles telles que des vannes. La **valeur pH**, qui est un indicateur du comportement de corrosion et de la dureté de l'eau de chauffage, doit rester dans la plage neutre de l'échelle ph.

Propriété	Unité	Eau de remplissage et complémentaire	Eau de circulation
Valeur pH	[—]	6.0 ... 8.5	8.2 ... 10.0 8.2 ... 8.5*
Conductibilité	[μ S/cm]	<100	<200
Dureté totale	[mmol/l] / [fH]	0.1 / 1	0.5 / 5

* alliages en aluminium

Tab. 3: *Composition de l'eau de chauffage pour réseaux de conduites étanches à la diffusion (directive SICC BT102-01)*

Les indications dans le tableau du haut peuvent différer de celles du fabricant des éléments de l'installation de chauffage. Dans ce cas, ce sont les indications du fabricant qui s'appliquent.

1.4.4 Corrosion dans des conduites de chauffage

La corrosion dans les conduites de chauffage peut avoir diverses raisons. Parmi celles-ci, une teneur en oxygène trop élevée dans l'eau de chauffage. L'oxygène présente un potentiel électrochimique plus élevé que celui de métaux non nobles comme l'acier au carbone non allié. Ces matériaux peuvent se corroder avec le temps. Lorsque l'eau de chauffage a une teneur élevée en oxygène, c'est souvent dû à un apport accidentel, p. ex. par

- des tuyaux en matière synthétique perméables à l'oxygène;
- l'utilisation d'eau de boisson comme eau de chauffage;
- des détendeurs défectueux.

Les directives suivantes contiennent des informations pour éviter la corrosion dans les conduites de chauffage:

- Directive SICC BT102-01 sur la qualité de l'eau dans les installations techniques du bâtiment
- Directive SICC HE301-01 sur les dispositifs techniques de sécurité pour les installations de chauffage

1.5 Méthodologie

1.5.1 Technique de régulation

La technique de régulation sert par exemple à réguler la température dans une pièce chauffée.

Le principe de régulation d'un système repose sur la rétroaction des variables de sortie sur les variables d'entrée du système. Contrairement à un système de commande, un système de régulation peut également prendre en compte des influences non contrôlables ou aléatoires sur le système (grandeur perturbatrice). Le système à réguler peut, par exemple, être la pièce chauffée mentionnée au début, la source de chaleur étant un radiateur réglé par une vanne thermostatique.

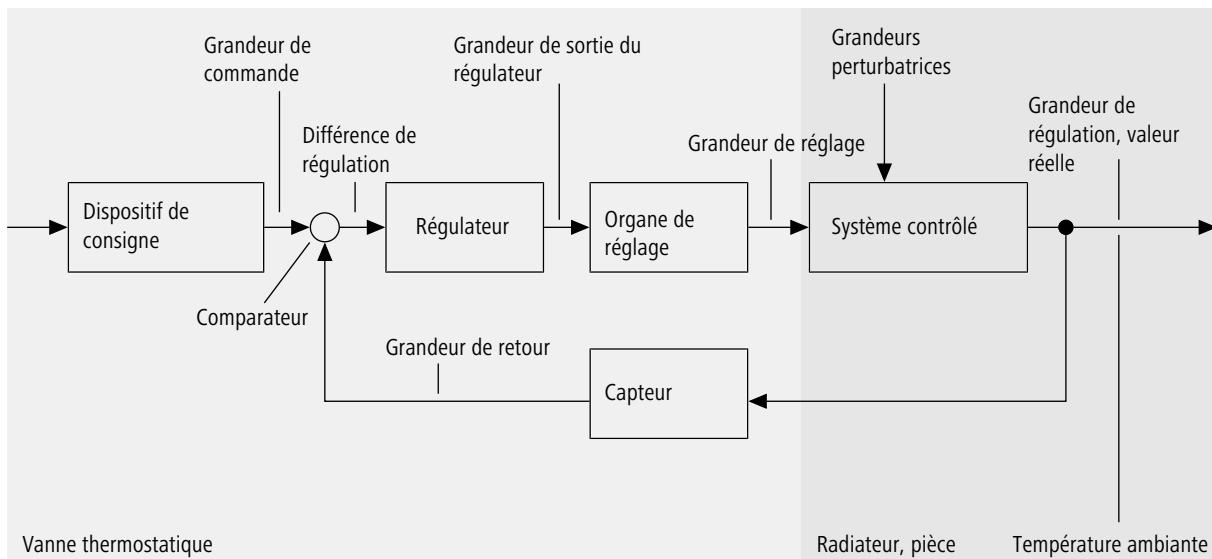


Fig. 16: Circuit de régulation

1.5.1.1 Termes de la technique de régulation

Le tableau suivant explique les termes de la technique de régulation à l'exemple de la régulation du chauffage ambiant dont la température est réglée par une vanne thermostatique.

Terme	Description	Exemple vanne thermostatique
Circuit de régulation	Totalité du système contrôlé et régulateur	Pièce, radiateur, régulateur
Système contrôlé	Zone approvisionnée par de l'énergie régulée	Pièce, radiateur
Régulateur	Dispositif de régulation	Vanne thermostatique
Grandeur de régulation	Grandeur à réguler	Température ambiante
Ecart de régulation	Ecart entre valeur de consigne et valeur réelle de la grandeur de régulation	p. ex. 2 °C
Grandeur d'entrée	Valeur de consigne de la grandeur de régulation	p. ex. 20 °C
Dispositif de consigne	Conversion de la valeur de consigne en valeur de commande du régulateur	Tête thermostatique
Grandeur de commande	Grandeur d'entrée convertie par le dispositif de consigne	Position de la tête thermostatique (valeur de préréglage)
Élément de mesure	Mesure de la valeur réelle de la grandeur de régulation	—
Élément de réglage	Comparaison de la grandeur de commande avec la grandeur de régulation et transformation en grandeur de contrôle	Elément de dilatation (liquide)
Grandeur de contrôle	Signal de commande de l'organe de réglage	Décalage de la vanne

Terme	Description	Exemple vanne thermostatique
Organe de réglage	Commande de la grandeur de réglage	Vanne
Grandeur de réglage	Flux d'énergie commandé du système contrôlé	Débit volumique du départ d'eau de chauffage
Grandeur de sortie	Valeur réelle de la grandeur de régulation	p. ex. 18 °C
Grandeur perturbatrice	Grandeur qui intervient dans le circuit de régulation externe	Dépôts de calcaire, rayonnement solaire

Tab. 4: *Termes de la technique de régulation*

1.5.1.2 Types de régulateurs

En fonction de l'utilisation et du système contrôlé, on fait intervenir des régulateurs aux propriétés différentes.

Régulateur	Description
Régulateur continu	
Régulateur P	Le régulateur P (proportionnel) change la grandeur de réglage dans un rapport proportionnel avec l'écart de valeur de consigne. Une régulation sans écart de régulation permanent par rapport à la valeur de consigne est impossible si l'écart de régulation persiste.
Régulateur D	Le régulateur D (différentiel) change la grandeur de réglage proportionnellement au taux de variation de l'écart de la valeur de consigne. L'écart de consigne n'est pas pris en compte. C'est pourquoi le régulateur D ne peut être utilisé qu'en association avec un régulateur P (proportionnel) ou I (integral). Le régulateur D est un régulateur rapide.
Régulateur PD	Le régulateur PD (proportionnel et différentiel) combine les régulateurs P et D.
Régulateur I	Le régulateur I (integral) change la grandeur de réglage proportionnellement à l'intégrale de l'écart de la valeur de consigne. Le régulateur I permet une régulation dans laquelle l'écart de régulation par rapport à la valeur de consigne devient nul. Le régulateur I est un régulateur lent.
Régulateur PI	Le régulateur PI (proportionnel et intégral) combine régulateurs P et I.
Régulateur PID	Le régulateur PID (proportionnel, intégral et différentiel) combine régulateurs P, D et I.
Régulateurs discontinus	
Régulateur à deux plages	Le régulateur à deux plages est essentiellement un interrupteur qui active ou désactive le flux d'énergie du système contrôlé à un point de commutation spécifique. Dans un régulateur à deux plages avec comportement hystérétique, le point de mise sous tension et le point de mise hors tension diffèrent (le fer à repasser en est un exemple d'application typique).
Régulateur à trois plages	Le régulateur à trois plages fonctionne essentiellement comme un régulateur à deux plages. Toutefois, deux valeurs de consigne et trois états de sortie sont possibles (état de sortie 1: valeur réelle > valeur de consigne 1, valeur de sortie 2; valeur de consigne 1 > valeur réelle > valeur de consigne 2, état de sortie 3: valeur réelle < valeur de consigne 2).

Tab. 5: *Types de régulateurs*

1.5.1.3 Comportement de régulation

Le diagramme suivant illustre, de manière générale, le comportement d'un circuit de régulation en réponse à un écart de régulation. Le temps de stabilisation est le temps nécessaire à un circuit de régulation pour stabiliser la valeur de consigne dans une tolérance après un écart de régulation.

Pour calculer la grandeur de sortie du régulateur (ou grandeur de réglage), un régulateur prend en compte l'amplitude, le taux de variation ou l'intégrale de l'écart de régulation.

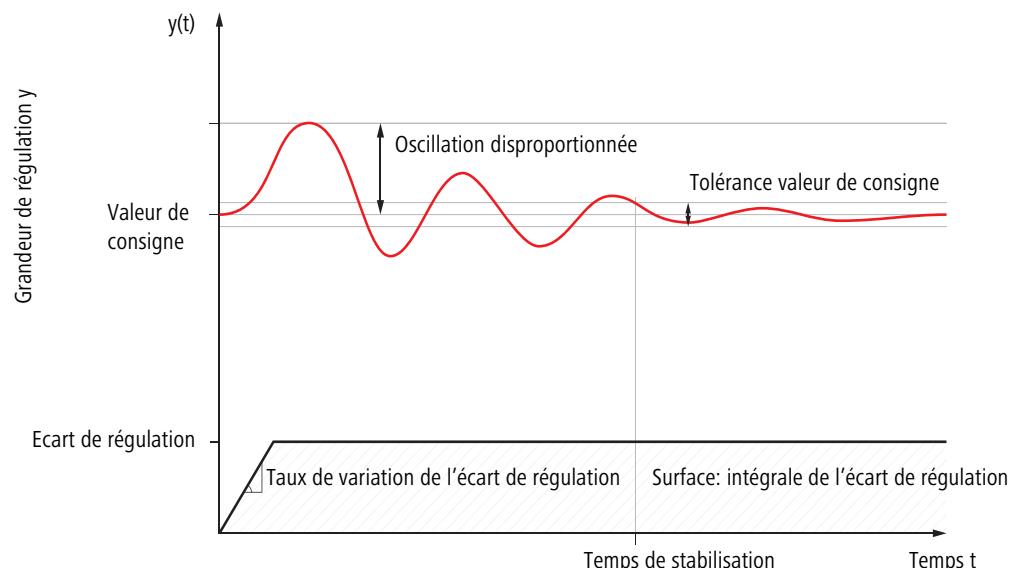


Fig. 17: Comportement de régulation d'un circuit de régulation

1.5.1.4 Autorité de vanne

L'autorité de vanne est le rapport entre la perte de charge au niveau de la vanne de régulation et la perte de charge totale dans le réseau de conduites. Elle est utilisée comme mesure du comportement de la vanne de régulation. L'autorité de vanne se calcule comme suit:

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_{ges}}$$

a: autorité de vanne [—]

Δp_v : perte de charge sur la vanne de régulation [Pa]

Δp_{tot} : perte de charge totale dans le réseau de conduites ou pression différentielle de la pompe de circulation [Pa]

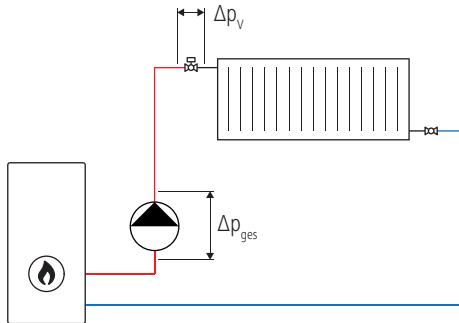


Fig. 18: Schéma relatif à l'autorité de vanne

Pour la conception des installations de chauffage, l'autorité de vanne est définie de sorte qu'elle se situe – selon le type de vanne – dans une plage comprise entre 0.2 et 0.5, la vanne de régulation étant grande ouverte. La vanne de régulation peut, avec cette plage, assurer la régulation d'un débit volumique stable.

Lorsque l'installation de chauffage tourne en bas régime, ce qui peut par exemple être le cas lorsque des tronçons sont coupés, l'autorité de vanne peut décroître au niveau de la vanne de régulation en raison de l'augmentation de la perte de charge. La chute de l'autorité de vanne peut être telle que la pompe de circulation enregistre une pression différentielle au niveau de la vanne de régulation. Lorsque l'autorité de vanne est trop faible, le comportement de la vanne de régulation peut se dégrader tellement que la régulation du débit volumique devient instable et commence à osciller (même une course de vanne réduite provoque un effet disproportionné du débit volumique au niveau du départ). L'apparition de bruit est une autre conséquence d'une perte de charge trop importante sur la vanne de régulation.

Comme il arrive souvent qu'une installation de chauffage tourne en bas régime, il importe de mettre en place une pompe de circulation à vitesse régulée afin de réduire la pression différentielle en bas régime. Même si on n'arrive pas à empêcher ainsi une perte de charge de la vanne de régulation, on peut néanmoins la réduire. L'utilisation d'une pompe de circulation à vitesse non régulée détériore encore davantage l'autorité de vanne en bas régime.

1.5.2 Dimensionnement des distributions de chaleur

Pour toute information sur le dimensionnement de systèmes de conduites, consulter le document «Thématiques dimensionnement des systèmes de conduites» de Nussbaum, ↗ Thématique 299.1.069.

1.5.3 Remplissage d'installations de chauffage

Pour le remplissage des installations de chauffage d'une puissance allant jusqu'à 50 kW, on utilise en général de l'eau de boisson. La connexion nécessaire entre l'installation de chauffage et l'installation d'eau de boisson doit être réalisée de manière à empêcher qu'un différentiel de pression entre les deux réseaux de conduites ne contamine l'installation d'eau de boisson par de l'eau de chauffage. Les **dispositifs de protection de l'eau de boisson** nécessaires à cet effet sont définis par la norme EN 1717. En outre, avant le remplissage et si c'est nécessaire, l'eau de boisson utilisée comme caloporteur fait l'objet d'un traitement pour empêcher la corrosion (rouille) et les dépôts de substances (entartrage). Le traitement doit se faire selon les directives VDI 2035 et SICC BT102-01. A cet effet, divers éléments de conduites sont proposés, tels que robinets d'arrêt, combinaisons de complément de remplissage de chauffage et clapets anti-retour.

Le remplissage s'effectue comme suit: la purge étant ouverte, l'eau de chauffage s'écoule dans le système de chauffage jusqu'à ce que le niveau d'eau dans les radiateurs atteigne les ouvertures de purge qui, à cet instant, se ferment à la main ou automatiquement. Le remplissage est ensuite poursuivi jusqu'à obtention de la pression de remplissage. La pression de remplissage doit être maintenue durant le fonctionnement de l'installation de chauffage, afin de prévenir toute sous-pression ayant pour effet d'aspirer de l'air. Lorsque la pression de remplissage diminue, il faut rajouter de l'eau de chauffage: soit manuellement, soit à l'aide d'une combinaison de complément de remplissage automatique.

Pendant le fonctionnement du chauffage, l'eau de chauffage rejette de l'air, notamment en raison de son réchauffement et de son refroidissement. L'air expulsé s'accumule dans les radiateurs et peut provoquer de la corrosion, des perturbations de la circulation et dans le transfert de chaleur, ainsi que des bruits gênants. Selon les symptômes observés, il faut purger soit le radiateur, soit l'installation de chauffage entière.

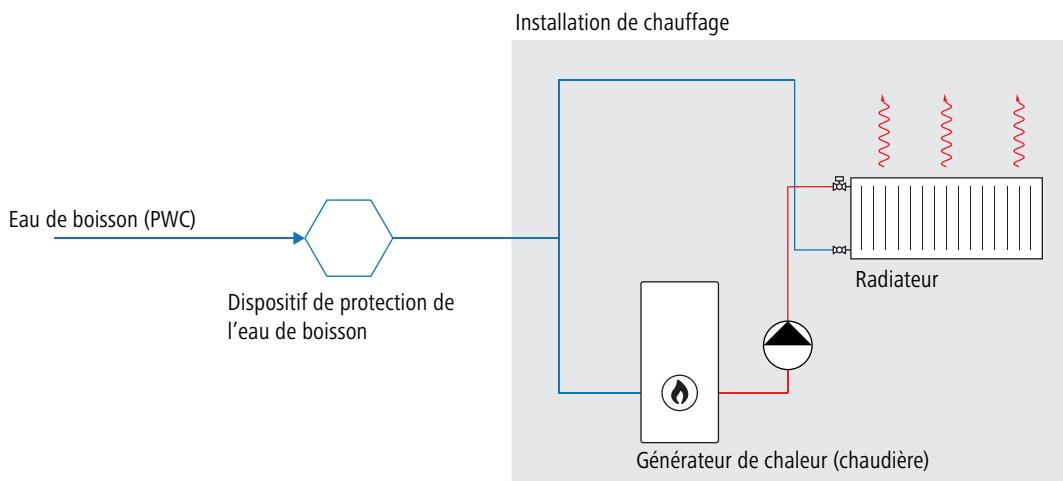


Fig. 19: Schéma d'un dispositif de protection de l'eau de boisson (selon EN 1717)

1.5.3.1 Dispositifs de sécurité

Selon le cas de figure, on peut utiliser divers dispositifs de sécurité pour empêcher le retour d'une eau non destinée à la consommation humaine (catégories 2 à 5) dans le réseau de distribution d'eau de boisson. Le tableau suivant donne un aperçu des types de dispositifs de sécurité les plus répandus.

Dispositif de sécurité	Sécurité	Exemple de produit Nussbaum	Exemple d'utilisation
Clapet anti-retour EA contrôlable	Jusqu'à cat. 2	15101	Chauffe-eau, adoucisseur d'eau
Disconnecteur CA à zones de pression différentes, non contrôlables	Jusqu'à cat. 3	15090, 15092	Réapprovisionnement direct du chauffage sans additifs

Dispositif de sécurité	Sécurité	Exemple de produit Nussbaum	Exemple d'utilisation
Disconnecteur BA à zone de pression moyenne contrôlable	Jusqu'à cat. 4	15073, 15087	Station de lavage automobile
Station de séparation et de sécurité AB à écoulement libre ≥ 2 cm	Jusqu'à cat. 5	15068	Réalimentation d'une piscine

Tab. 6: Exemples de dispositifs de sécurité

Pour des informations détaillées sur la protection contre les retours d'eau, se reporter à la directive W3/C1 de la SVGW «Protection contre les retours d'eau dans les installations sanitaires» ainsi qu'au document «Thématique Protection de l'eau de boisson» de Nussbaum,  Thématique 299.1.085.

1.5.4 Dégazage

Selon la loi de Henry, il existe deux options pour éliminer les gaz dissous dans l'eau de chauffage: en augmentant la température ou en diminuant la pression. Les purgeurs et les séparateurs d'air font appel à la première option. Ils sont montés dans le départ des installations de chauffage: la température y est plus élevée et la solubilité des gaz y est plus faible. L'efficacité est cependant meilleure en réduisant la pression. On a le choix entre deux procédés:

- en partant d'un dégazage normal avec maintien de la pression par pompe, l'eau de chauffage, maintenue en surpression, est acheminée vers un récipient sans pression. La pression différentielle a pour effet de dissoudre les gaz contenus dans l'eau.
- Lors du dégazage sous vide, les dégazeurs sous vide créent un vide dans une colonne d'eau à l'intérieur de l'appareil. Dans le vide, le gaz est libéré et s'accumule au-dessus du niveau de l'eau. La mise à l'arrêt de la pompe à vide augmente momentanément la pression, ce qui provoque la séparation des gaz.

Une autre méthode consiste à utiliser des cartouches consommatrices d'oxygène qui, semblables à des cartouches filtrantes, filtrent l'oxygène dissous dans l'eau de chauffage lorsqu'elle circule. Cela implique l'utilisation d'un procédé électrochimique qui fixe l'oxygène dans lequel intervient un liant d'oxygène inorganique lié à un matériau support qui reste solidaire de ce matériau après la réaction avec l'oxygène. Contrairement à ce qui se passe avec des fixateurs d'oxygène, la composition de l'eau de chauffage ne s'en trouve pratiquement pas altérée.

1.5.5 Essai de pression d'installations de chauffage et de réfrigération

Pour des informations détaillées sur l'essai de pression sur des installations de chauffage et de réfrigération, se reporter au document Nussbaum «Thématiques – Essai de pression pour installations de conduites»,  Thématique 299.1.056.

2 Homologations et certifications

2.1 Lois, normes et directives

La distribution de chaleur est régie par les lois, normes et directives suivantes:

- ordonnance sur les économies d'énergie – EnEV 2014: ordonnance sur l'isolation thermique et la technique des installations économies en énergie dans les bâtiments
- La norme SIA 384 définit les exigences quant à la planification et à l'exécution d'installations de chauffage.

2.2 Notice technique SVGW

Pour le raccordement direct de l'installation de chauffage au réseau d'alimentation en eau de boisson, respecter la notice technique TPW «Remplissage des chauffages et réalimentation» de la SVGW. La SVGW déconseille le réapprovisionnement non contrôlé (permanent) de l'installation de chauffage.

3 Solutions Nussbaum

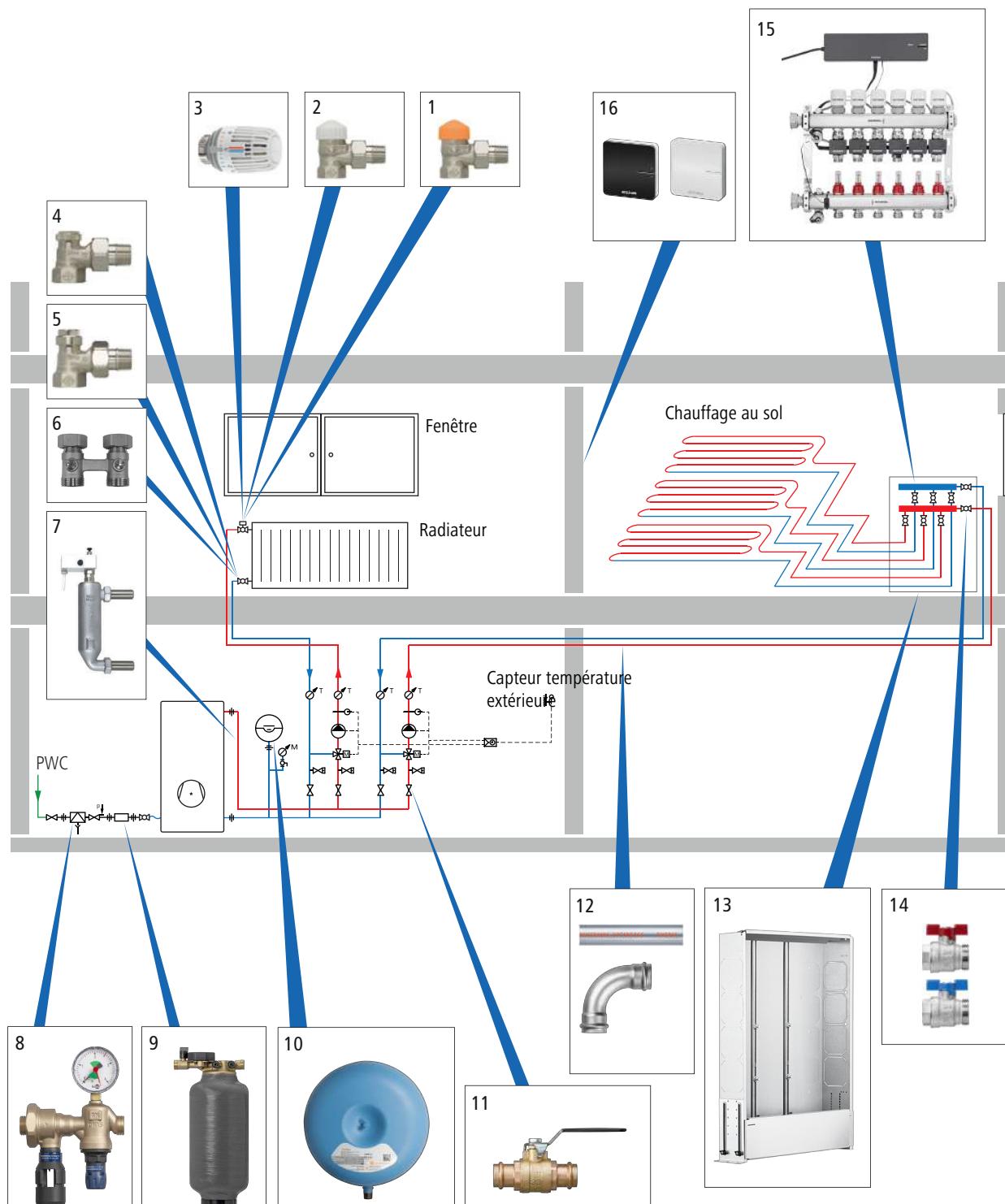
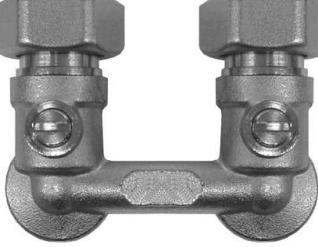


Fig. 20: Solutions de Nussbaum pour installations de chauffage

1	Corps de robinet thermostatique Eclipse	<ul style="list-style-type: none"> • Avec compensation hydraulique automatique par un régulateur d'écoulement intégré • Divers modèles • Matériau: bronze nickelé
2	Corps de robinet thermostatique V-exact	<ul style="list-style-type: none"> • Avec préréglage • Divers modèles • Matériau: bronze nickelé

3	Têtes thermostatiques	<p>Selon exécution:</p> <ul style="list-style-type: none"> • avec ou sans bulbe incorporé • aussi pour autres fabrications
4	Raccords de retour	<ul style="list-style-type: none"> • Avec fonction d'arrêt et de régulation • Divers modèles • Matériau: bronze nickelé
5	Raccords de retour	<ul style="list-style-type: none"> • Avec fonction d'arrêt, de régulation et de vidange • Divers modèles • Matériau: bronze nickelé
6	Garnitures de raccordement au corps de chauffe	<ul style="list-style-type: none"> • Avec fonction d'arrêt par robinet à bille • Divers modèles • Matériau: laiton nickelé
7	Limiteur de niveau d'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Avec verrouillage • Matériau: fonte grise, protection contre la corrosion
8	Garniture de remplissage de chauffage CA	<ul style="list-style-type: none"> • Avec filetage mâle et manomètre • Matériau: bronze CC246E
9	Station de remplissage de chauffage	<ul style="list-style-type: none"> • Avec support mural réglable • Matériau: laiton CW617N
10	Vase d'expansion sous pression	<ul style="list-style-type: none"> • Matériau: acier
11	Robinet à bille Optipress	<ul style="list-style-type: none"> • Pour eau jusqu'à 110 °C • Matériau: laiton
12	Tuyaux et raccords Optipress-Therm	<ul style="list-style-type: none"> • Divers modèles • Matériau: acier galvanisé ou nickelé
13	Coffrets à encastrer	<ul style="list-style-type: none"> • Diverses exécutions • Matériau: acier galvanisé ou nickelé
14	Robinet à bille Therm-Control	<ul style="list-style-type: none"> • pour le raccordement au collecteur de chauffage • Matériau: laiton nickelé
15	Set de commande Therm-Control	<ul style="list-style-type: none"> • Pour chauffage au sol et dalle active • Diverses exécutions
16	Thermostat d'ambiance Therm-Control	<ul style="list-style-type: none"> • Pour le réglage de la température ambiante avec transmission radio à l'unité de base de réglage • Matériau: matière synthétique

3.1 Garnitures de raccordement au corps de chauffe et pièces intermédiaires

Produit	Exemple de montage
 Garniture de raccordement au corps de chauffe, 55123	
  Garniture équerre de raccordement au corps de chauffe, 55124	

Produit	Exemple de montage
	—
Garniture de raccordement au corps de chauffe, avec by-pass, 55126	—
	—
Pièce intermédiaire avec filetage mâle, pour raccord à joint plat, 55129	—
	—
Pièce intermédiaire avec filetage mâle, 55130	—

4 Informations complémentaires

Pour la planification et l'exécution d'installations Nussbaum, il convient de prendre en compte la documentation technique de Nussbaum.

Pour des informations sur les thématiques de base, se reporter aux documents Nussbaum «Thématiques» et, pour des informations détaillées sur les systèmes Nussbaum, se reporter aux «Descriptifs système» correspondants.

Lexique

Chaleur

La chaleur est un type d'énergie. L'énergie thermique est produite par conversion d'un autre type d'énergie.

Conduction

Transmission thermique selon la loi de Fourier: Dans les matières solides, l'énergie thermique est transportée par l'énergie cinétique de la matière. Exemple: Le réchauffement des tuyaux et radiateurs par l'eau chaude qui y circule.

Constante d'équilibre

Lorsqu'une réaction chimique est à l'équilibre, la constante d'équilibre donne le rapport entre les concentrations des substances initiales et substances finales. Diverses notations et variantes sont possibles: c'est ainsi par exemple qu'une constante d'équilibre peut également indiquer le rapport des pressions partielles.

Convection

Transmission thermique selon la loi de refroidissement de Newton: l'énergie thermique est transportée pour un fluide (gaz ou liquide). Exemple: air chauffé et de ce fait montant, p. ex. au-dessus d'un radiateur.

Corrosion

La corrosion est un phénomène de dégradation de matériaux métalliques par des réactions chimiques ou électrochimiques avec des agents corrosifs tels que l'eau, l'oxygène, etc.

Ecart de température

Différence de température entre départ et retour dans une installation de chauffage, ou entre air entrant et air sortant pour une pompe à chaleur air/eau.

Pression partielle

Proportion de la pression dans un mélange gazeux, qui a pour origine l'un des composants gazeux (p. ex. la pression de l'oxygène ou de l'azote dans l'air).

Rayonnement

Transmission thermique selon la loi de Stefan-Boltzmann: L'énergie thermique est transmise par des ondes électromagnétiques. Exemples: Le ré-

chauffement de plans d'eau par le rayonnement solaire ou le rayonnement thermique de radiateurs.

Température

La température est un état de la matière: elle se déduit de l'énergie cinétique de particules élémentaires telles qu'électrons, atomes et molécules. Plus les mouvements des particules élémentaires dans une matière sont rapides, plus la température de cette matière est élevée.

Bibliographie

- Blickle S. et al.: Installations- und Heizungstechnik 6. Auflage. Europa Lehrmittel Verlag Haan-Gruiten. 2017
- SIA Merkblatt Nr. 520180:2014 de: Wärmeschutz, Feuchteschutz und Raumklima in Gebäuden
- SIA Merkblatt Nr. 592024:2015 de: Raumnutzungsdaten für die Energie- und Gebäudetechnik
- SIA 180:2014 Wärmeschutz, Feuchteschutz und Raumklima in Gebäuden
- SIA 384/1:2021-01 (Vernehmlassungsentwurf) Heizungsanlagen in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen
- Notice technique suissetec Isolation dans la technique du bâtiment, septembre 2023
- Directive SICC BT102-01 Qualité de l'eau dans les installations techniques du bâtiment

Wir verteilen Wasser

Die R. Nussbaum AG, 1903 gegründet, ist ein eigenständiges Schweizer Familienunternehmen, beschäftigt rund 500 Mitarbeitende und gehört zu den führenden Herstellern von Armaturen, Verteilsystemen und individuellen Gesamtlösungen im Bereich Sanitär- und Heiztechnik. Von unserem Hauptsitz in Olten aus vertreiben wir unser breites Produktsortiment über ein eigenes Filialnetz an Installierende in der ganzen Schweiz.

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an Ihren Installateur resp. Nussbaum. Dort erhalten Sie kompetente Auskunft über sämtliche Nussbaum Produkte.

Nous distribuons de l'eau

R. Nussbaum SA, entreprise familiale suisse indépendante fondée en 1903, emploie près de 500 collaborateurs et compte parmi les fabricants leaders de robinetteries, de systèmes de distribution et de solutions globales individuelles dans le domaine de la technique sanitaire et de chauffage. Depuis notre siège d'Olten, nous proposons un large assortiment de produits au travers de notre réseau de succursales et installateurs/trices dans toute la Suisse.

Pour plus d'informations, veuillez vous adresser à votre installateur resp. Nussbaum. Vous y recevrez des informations compétentes sur l'ensemble des produits Nussbaum.

Distribuiamo acqua

La società R. Nussbaum SA, fondata nel 1903, è un'azienda svizzera indipendente di proprietà familiare che impiega ben 500 dipendenti ed è tra i principali produttori di rubinetteria, sistemi di distribuzione e soluzioni integrali personalizzate nel settore della tecnica idro-sanitaria e di riscaldamento. Dalla nostra sede sociale di Olten commercializziamo, attraverso la rete di succursali Nussbaum, la nostra ampia gamma di prodotti rifornendo installatrici e installatori in tutta la Svizzera.

Per ulteriori informazioni non esitate a rivolgervi al vostro installatore resp. Nussbaum. Qui riceverete informazioni competenti su tutti i prodotti della Nussbaum.



NUSSBAUM

Gut installiert Bien installé Ben installato

Hersteller Armaturen und Systeme Sanitär- und Heiztechnik
Fabricant de robinetterie et systèmes de technique sanitaire et chauffage
Produttore di rubinetterie e sistemi di tecnica idro-sanitaria e di riscaldamento
ISO 9001/14001/45001

Basel, Bern, Biel, Brig, Buchs, Carouge, Crissier, Giubiasco, Givisiez, Gwatt-Thun, Kriens, Sion, Steinhäusen/Zug, St. Gallen, Trimbach, Winterthur, Zürich

R. Nussbaum AG | SA
Hauptsitz | Siège social | Sede sociale

Martin-Disteli-Strasse 26
Postfach, CH-4601 Olten

062 286 81 11
info@nussbaum.ch

nussbaum.ch