

# BLUEONE

BWO 155 SL

 NOTICE ORIGINALE



**Deutsche Vortex GmbH & Co. KG**  
Kästnerstraße 6  
71642 Ludwigsburg  
Germany  
Fon: +49(0)7141.2552-0  
E-Mail: [info@deutsche-vortex.de](mailto:info@deutsche-vortex.de)  
[www.deutsche-vortex.de](http://www.deutsche-vortex.de)



## Déclaration CE de conformité

Nom de l'auteur: **Deutsche Vortex GmbH & Co. KG**  
Adresse: Kästnerstraße 6  
71642 Ludwigsburg  
Deutschland

Désignation du produit: Pompe d'eau chaude sanitaire  
Désignation du type: **BWO 155 SL**

Le produit désigné remplit les conditions de la directive:\*  
**2006/95/EG**

**„Directive 2006/95/CE du Parlement et du Conseil européen concernant l'homogénéisation du règlement des États membres relatif aux équipements d'exploitations électriques destinés à être utilisés dans certaines limites de tension“**

et

**2004/108/EG**

**„Directive 2004/108/ CE du parlement européen et du conseil pour l'homogénéisation des réglementations des États membres concernant la compatibilité électromagnétique et l'annulation de la directive 89/336/CEE“.**

Ludwigsburg, 01.01.2012

(Lieu, date)



(La signature à caractère  
exécutoire de l'auteur)

\* La conformité aux conditions des directives du produit désigné sera établie par le respect des normes suivantes dans leur intégralité :

DIN EN 60335-1:2010-11; EN 60335-1:2002+ A11+ A1+ A12+ A2+ A13+ A14 :2010

DIN EN 60335-1/A15: 2012-03; EN 60335-1/A15: 2011

DIN EN 60335-2-51:2009-02; EN 60335-2-51: 2003+ A1:2008

DIN EN 62233:2008-11; EN 62233:2008

DIN EN 62233 Ber.1: 2009-04; EN 62233 Ber.1:2008

DIN EN 55014-1:2010-02; EN 55014-1:2006+ A1:2009

DIN EN 61000-3-2:2010-03; EN 61000-3-2: 2006+ A1:2009+ A2:2009

DIN EN 61000-3-3:2009-06; EN 61000-3-3:2008

DIN EN 55014-2:2009-06; EN 55014-2:1997+ A1:2001+ A2:2008

## Sommaire

Déclaration de conformité	2
Sécurité et description du produit	3
Caractéristiques techniques	5
Installation*	6
Raccordement électrique*	9
Purge*	11
Réglage de la vitesse de rotation*	11
Montage de la boîte de connexion	13
Module d'auto-apprentissage	16
Description du fonctionnement	17
Entretien*	18
Remplacement*	20
Pannes et mesures correctives	22

Les chapitres indiqués par une \* contiennent des images de la pompe d'eau chaude sanitaire BWO 155.

## Sécurité

Cette notice est une partie intégrante de la pompe. Elle est valable pour toutes les séries mentionnées et décrit son utilisation sûre et conforme dans toutes les phases de service.

### Avvertissements et symboles

Avvertissement	Niveau de danger	Conséquences d'une non-observation
<b>Danger !</b>	danger imminent	décès, blessures sévères
<b>Mise en garde !</b>	danger éventuellement imminent	décès, blessures sévères
<b>Attention !</b>	situation éventuellement dangereuse	blessures corporelles légères, dégâts matériels

Symbole	Signification
	Symbole de sécurité : Se conformer à toutes les mesures marquées du symbole de sécurité pour empêcher les risques de blessure ou de décès.
■	Informations
▶	Instruction de manipulation

## Consignes générales de sécurité

---

- L'installation de la pompe ne doit être effectuée que par du personnel technique qualifié.
- Conserver la notice d'utilisation et les autres documents applicables dans leur intégralité et de telle sorte qu'ils soient accessibles et lisibles à tout moment.
- Lire et comprendre la notice d'utilisation avant d'effectuer des travaux sur la pompe.
- Ce circulateur convient seulement pour l'eau potable.
- Faire fonctionner la pompe uniquement en parfait état technique, conformément aux fins prévues, en gardant toujours à l'esprit les aspects de sécurité et les dangers possibles, et dans le respect des présentes instructions.

## Description du produit

---

La pompe BWO 155 SL **BlueOne** est une pompe d'eau chaude sanitaire (pompe de circulation d'eau potable) avec un moteur à courant continu commuté électroniquement doté d'une grande capacité comme moteur d'entraînement. La pompe est construite en reprenant le principe du moteur à bille VORTEX et elle comprend un rotor à bille magnétique à aimant permanent. La vitesse de rotation de la pompe BWO 155 SL est réglable de façon variable.

### Le module d'auto-apprentissage

(Voir également le chapitre « Description du fonctionnement » page 17)

- détecte automatiquement et dans un court laps de temps les habitudes du consommateur, à savoir l'heure à laquelle il tire de l'eau chaude. Les heures détectées seront assimilées et l'eau chaude sera préparée à l'avance. Le bouton poussoir vous permet d'adapter l'ajustage de confort en fonction de vos besoins. Les indicateurs DEL vous informent de l'état de service de la pompe
- détecte automatiquement quand le rythme normal diffère, par ex. en fin de semaine, pendant les absences et en fonction du fuseau horaire.
- détecte automatiquement l'heure de l'exécution de la désinfection thermique<sup>1</sup>.
- la pompe se met en route une fois par jour en cas d'absence du consommateur et ce, pour des raisons d'hygiène.

La BWO 155 SL permet de réduire au minimum les durées de fonctionnement de la pompe. Ceci n'est pas contraire aux exigences de la fiche de travail W 551 du DVGW où la protection contre la prolifération des légionnelles est obtenue par désinfections thermiques à intervalles réguliers<sup>1</sup>. Celles-ci sont effectuées automatiquement par la BWO 155 SL.

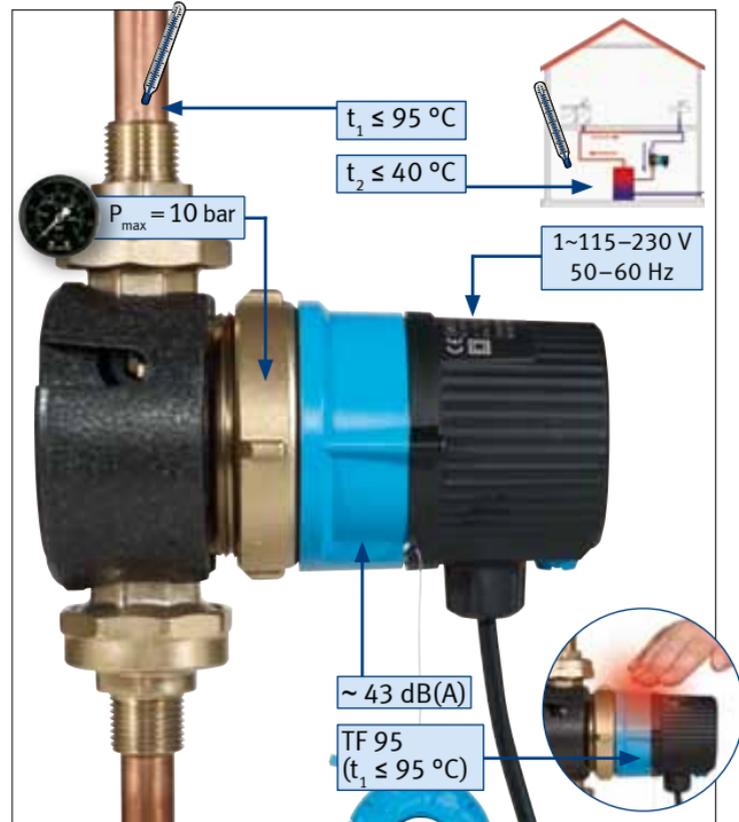
### Matériel fourni

- Joint d'étanchéité plat et un jeu de vissage lors du pompage avec le corps de pompe en V
- Coquille isolante pour le carter de la pompe
- Notice
- Boîte de connexion avec capteur de température, câble de capteur<sup>2</sup> et serres-câbles amovibles
- 3 serre-câbles pour la fixation du câble de capteur

<sup>1</sup> Condition : Chauffe-eau / chaudière équipé d'une protection contre la prolifération des légionnelles

<sup>2</sup> Câble de capteur d'une longueur de 5 m est disponible à la vente.

### Caractéristiques techniques



## Installation



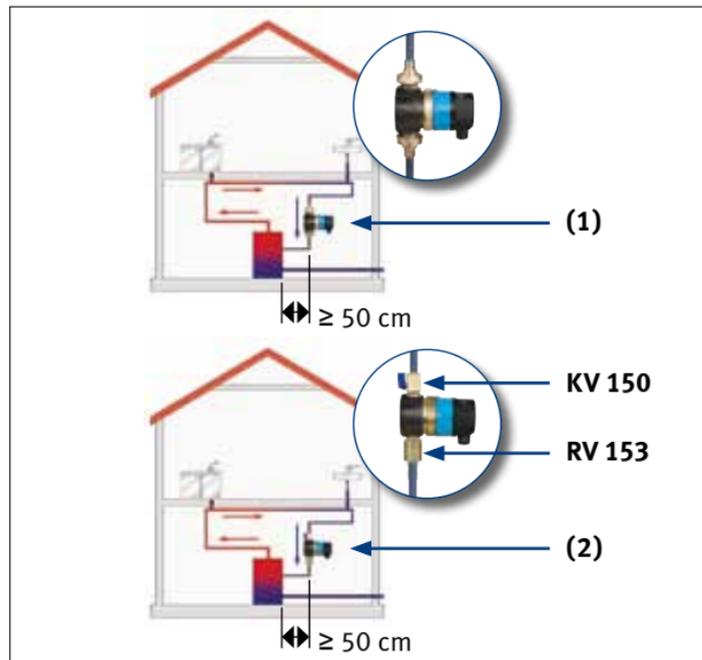
**Attention !** Dégâts matériels résultant de l'infiltration d'eau.

► S'assurer qu'après le montage, le passe-câbles et le câble sont orientés vers le bas (voir Figures).



Pour les pompes V (1), le clapet anti-retour et la vanne d'arrêt sont intégrés.

► Pour les pompes R 1/2" (2), monter en outre un clapet anti-retour **RV 153** et un robinet d'arrêt à boisseau sphérique **KV 150**.

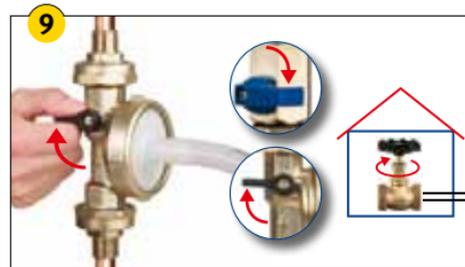
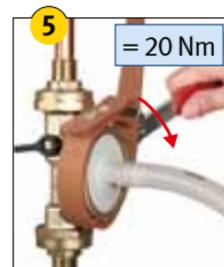
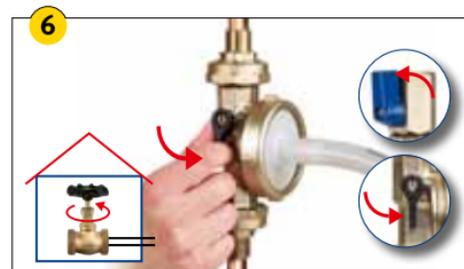
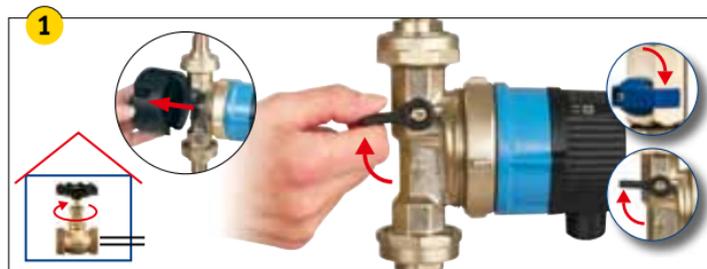


## Installation

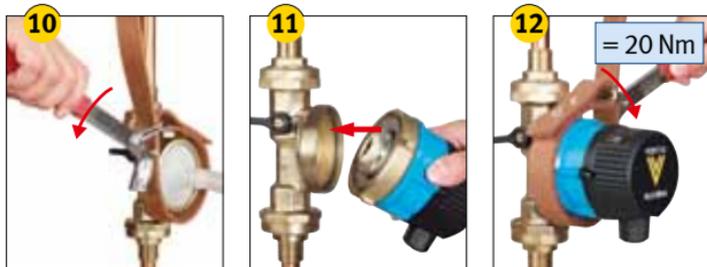


**Attention !** Dégâts de palier en cas de marche à sec.

► Rincer et purger soigneusement le système des conduites avec de l'eau (voir Figures 1-12).



## Installation



**Attention !** Dégâts de palier en cas de marche à sec.

- ▶ Remplir la pompe avant le raccordement électrique : ouvrir lentement tous les robinets d'arrêt (voir Figure 13).



## Raccordement électrique

- La pompe comporte un moteur à courant continu comme moteur d'entraînement. Un conducteur de terre n'est donc pas nécessaire.
- Le transformateur de tension pour le fonctionnement en courant alternatif (Trafo) est intégré dans le capot de raccordement.

**Danger !** Danger de mort par électrocution.

- ▶ Ne confier les travaux sur le circuit électrique qu'à un électricien spécialisé et agréé.
- ▶ Mettre le circuit électrique hors tension et utiliser le blocage contre la remise en marche involontaire (voir Figure 1).
- ▶ Vérifier que le circuit n'est pas sous tension.



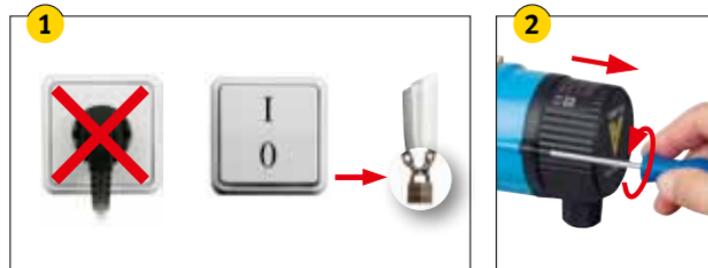
**Mise en garde !** Risque d'incendie par allumage électrique.

- ▶ S'assurer que la pompe est uniquement raccordée à l'alimentation en courant électrique indiquée sur la plaque de fabrication.

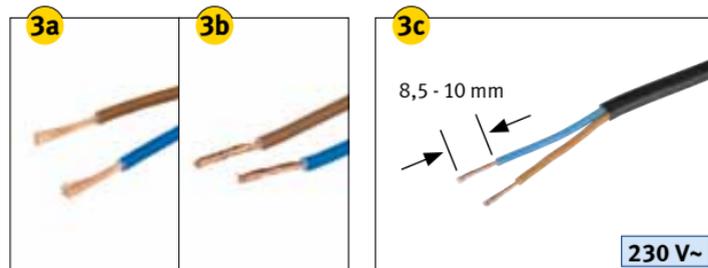


**Remarque :** En cas de panne de courant, la pompe efface toutes les commandes de mise en route.

- ▶ Une alimentation électrique séparée est nécessaire pour la pompe. Ne pas raccorder la pompe à une commande supplémentaire, ni à une minuterie.



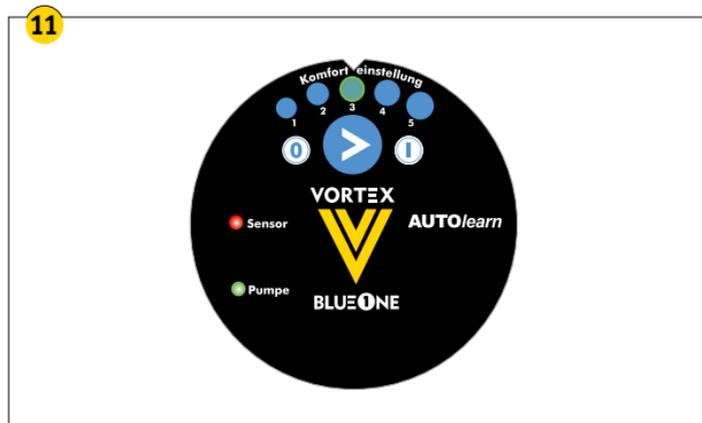
- ▶ Le raccordement fixe est possible, ou bien utiliser une fiche d'alimentation de classe de protection IP44 (prévoir une séparation sur tous les pôles).
- ▶ Section du câble 0,75 – 1,5 mm<sup>2</sup>
- ▶ Câble rond avec Ø 5 – 8 mm
- ▶ Raccordement avec des fils de câble torsadés, pas de cosses, pas d'extrémités à base d'étain



## Raccordement électrique



- La pompe marche en mode continu jusqu'à ce que le câble de capteur soit raccordé (voir image 11).



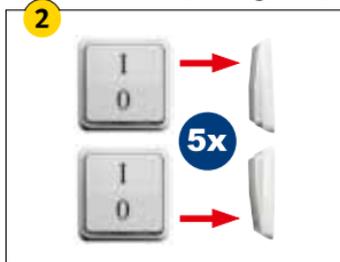
## Purge



**Mise en garde !** Risque de brûlures sur la surface extérieure brûlante de la pompe et du moteur.

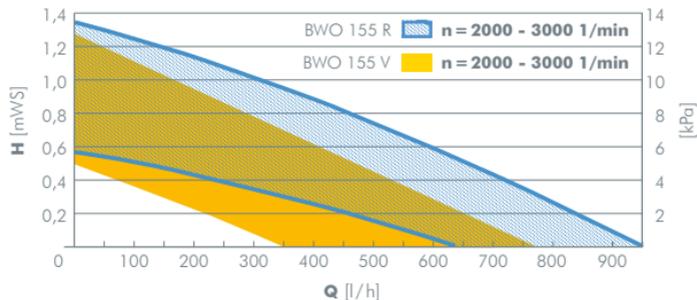
- ▶ Éviter le contact direct avec le corps de la pompe et le moteur.

- ▶ Protéger le câble de circulation sans air (voir page 7). Purger la pompe jusqu'à ce qu'elle fonctionne sans bruit. Pour cela, procéder alternativement aux actions suivantes:
- ▶ Allumer et éteindre plusieurs fois la pompe (voir Figure 2).
- ▶ Ouvrir plusieurs fois le robinet d'eau chaude (voir Figure 3).



## Réglage de la vitesse de rotation

- La vitesse de rotation peut être réglée graduellement.



**Mise en garde !** Risque de brûlures sur la surface extérieure brûlante de la pompe et du moteur.

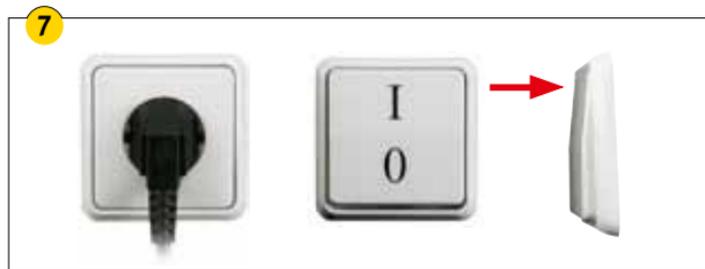
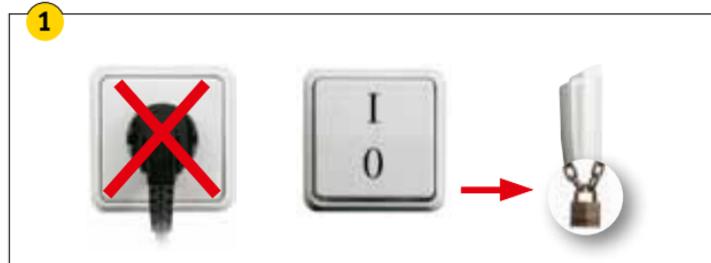
- ▶ Éviter le contact direct avec le corps de la pompe et le moteur.



**Danger !** Danger de mort par électrocution.

- ▶ Avant d'effectuer des travaux sur la pompe, mettre le circuit électrique hors tension et utiliser le blocage contre la remise en marche involontaire (voir Figure 1, page 12).
- ▶ Vérifier que le circuit n'est pas sous tension.

## Réglage de la vitesse de rotation



## Montage de la boîte de connexion

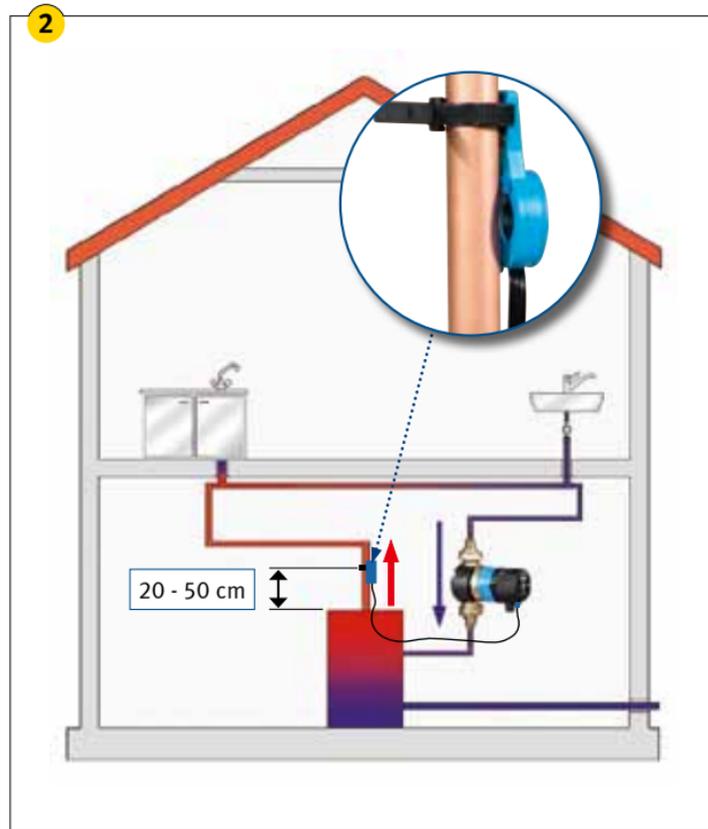
**Remarque !** En cas de montage erroné, le mode auto-adaptif risque de ne pas fonctionner.

- ▶ Observer la suite opérationnelle des étapes de montage.
- ▶ Couper le circuit de courant et le protéger contre une remise en circuit (voir Figure 1).



### Conditions de montage

- La boîte de connexion est montée au démarrage de la conduite d'alimentation en eau chaude et ce, indépendamment du système d'arrivée d'eau chaude.
- Distance optimale entre la boîte de connexion et le chauffe eau : 20 à 50 cm.
- Lorsqu'un mitigeur est disponible : La boîte de connexion peut être installée devant ou derrière le mitigeur.



## Montage de la boîte de connexion

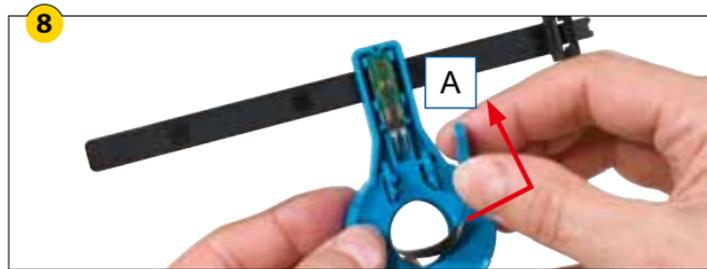
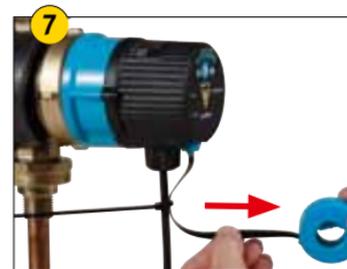
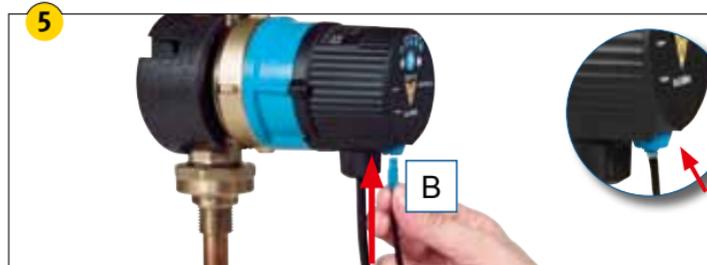
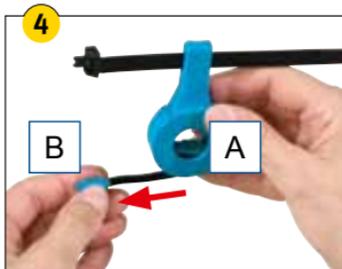
### Déroulement du montage

- Mesurer la distance entre pompe et emplacement de la boîte de connexion. En ce qui concerne le câble du capteur, ne sortir que la longueur indispensable de la boîte de connexion. La longueur maximale du câble de capteur est de 2,50 m. Le câble de capteur avec une longueur de 5,00 m est disponible à la vente.
- Pour dérouler ou rembobiner le câble du capteur, la fiche A doit encore être au centre de la boîte de connexion (voir Figure 4).

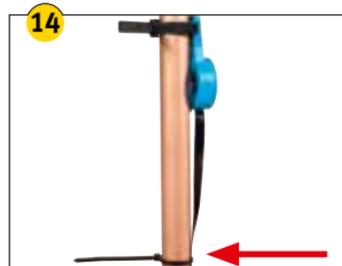
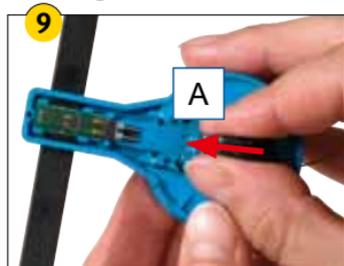


**Mise en garde !** Risque de chute dû au câble de capteur non fixé.

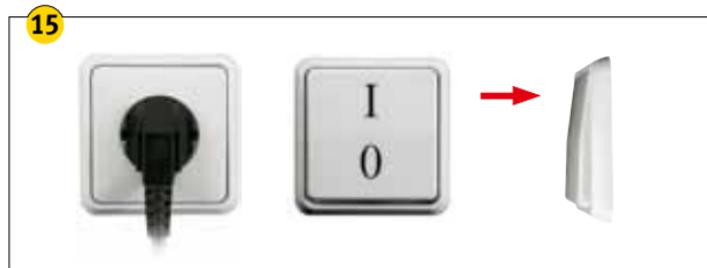
- ▶ Après la pose, fixer le câble du capteur à l'aide de serre-câbles (voir Figures 6, 14)



## Montage de la boîte de connexion



- ▶ Fixer la boîte de connexion sur la conduite d'alimentation en eau chaude au moyen des serre-câble.
- ▶ Veiller à ce que le capteur soit suffisamment en contact thermique de la conduite d'alimentation en eau chaude.

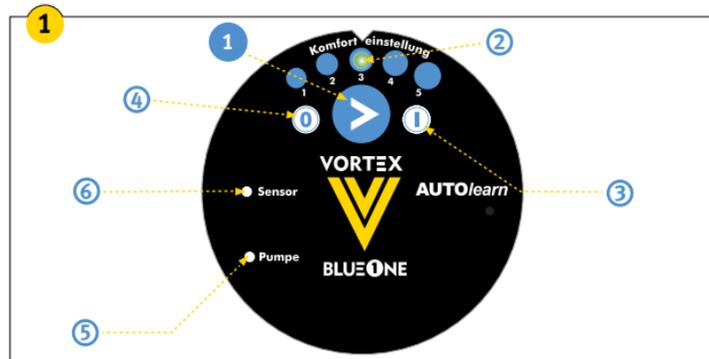


- Redémarrage : Une fois que l'alimentation en courant est de nouveau établie, la pompe et le module d'auto-apprentissage sont de nouveau prêts à être mis en marche, la DEL 3 de l'ajustage de confort s'allume (installation de base), le processus d'assimilation commence.

## Module d'auto-apprentissage

- Après le raccordement au réseau de distribution électrique, l'ajustage de confort est réglé à 3 (DEL ② s'allume). Cet ajustage de confort est idéal pour la majorité des applications.
- ▶ Nous vous recommandons de ne modifier l'ajustage de confort qu'au bout de trois semaines.
- ▶ Si, après l'ouverture d'un point de soutirage, aucune eau chaude n'est disponible, refermer le point de soutirage et patienter jusqu'à la fin de la circulation lancée.
- En cas de panne de courant, le réglage confort paramétré est conservé.

### Touche ● et indicateurs DEL ○ :



### Légende pour l'image 1 :

- ① Choisir l'état de marche (dans le sens des aiguilles d'une montre) :
- ② Ajustage de confort
- ③ En état de marche continue
- ④ Arrêt de la durée
- ⑤ La pompe est en mode marche (le voyant DEL s'allume en vert) ou est en mode arrêt (le voyant DEL ne s'allume pas).
- ⑥ Dommage sur le capteur (le voyant DEL s'allume en rouge, voir page 23)

### Modifier l'état de service :

- ▶ Appuyer sur ①, jusqu'à ce que l'état de service souhaité s'allume. Il est immédiatement activé.

### Ajustage de confort :

- Étape 1: Economie d'énergie maximale, durée minimale de l'action de la pompe
- Étape 2: Confort normal, courte durée l'action de la pompe
- Étape 3: Réglage de base, bon confort, durée moyenne de l'action de la pompe
- Étape 4: Excellent confort, durée normale de l'action de la pompe
- Étape 5: Confort maximal, durée de marche élevée de la pompe

### Rétablir l'état de livraison (Reset) :

- ▶ Appuyez sur ① pendant 5 secondes. Toutes les commandes de mise en marche assimilées seront supprimées, l'ajustage de confort 3 est de nouveau paramétré.

## Description du fonctionnement

---

- Quel est le système d'apprentissage de la pompe ?  
Une zone de tirage d'eau chaude est ouverte. La conduite d'alimentation se réchauffe. Ceci est détecté par la pompe via le capteur extérieur de température et l'heure de tirage d'eau chaude est assimilée. À des heures de tirage périodiques (classiques), la pompe exécute de façon anticipée un fonctionnement de pompe (environ 5 à 15 minutes avant).
- Quand la pompe démarre-t-elle ?  
Au cours des deux semaines qui suivent la mise en service, la pompe démarre fréquemment et indépendamment des soutirages d'eau chaude pour des raisons liées au confort (début de la phase d'apprentissage).  
Ensuite, la pompe démarre dans les cas suivants :
  - de façon anticipée (aux heures « assimilées » classiques),
  - au tirage d'eau chaude (à des heures non encore assimilées),
  - à l'exécution d'un rinçage ou d'une désinfection (voir ci-dessous).La pompe calcule la nécessité faire fonctionner la pompe de façon quotidienne individuelle (du lundi au dimanche) en se basant sur les tirages d'eau chaude des deux dernières semaines.
- Quelle est la durée de marche d'une pompe ?  
La pompe marche jusqu'à ce que le circuit de circulation soit approvisionné en eau chaude (détection à l'aide du thermostat dans la pompe). Le temps de marche dépend de la taille du système de circulation.
- Quelle est la durée de marche quotidienne de la pompe ?  
La durée de marche quotidienne dépend de la taille du système

de circulation, de l'ajustage de confort et du comportement du consommateur lors du tirage.

La pompe fonctionne normalement entre 1 et 5 heures par jour.

- Comment fonctionne la détection pour exécuter la désinfection ?  
La plus haute température de départ mesurée en une semaine sera interprétée comme la température d'exécution de désinfection. La pompe fonctionnera ensuite à cette heure pendant 30 minutes (1 x par semaine). Lorsqu'on détecte une plus haute température de départ à une autre heure de la semaine, la commande de la pompe reportera l'exécution de désinfection à cette heure-là.
- Comment une absence (détection de départ en vacances) est-elle détectée ?  
Lorsque pendant 24 heures, il n'y a pas de tirage d'eau chaude, la pompe tourne en mode absence. Il n'y aura alors plus de mise en marche de la pompe de façon anticipée. Cependant une désinfection assimilée continuera d'être exécutée (1 x par semaine). Pour le reste, la pompe exécutera quotidiennement un rinçage (durée : 15 minutes).
- Comment le retour d'une absence est-il détecté ?  
Le rythme assimilé précédemment s'applique de nouveau lorsqu'il se produit en moins d'une heure deux tirages d'eau chaude.
- Comment supprime-t-on les heures de tirage assimilées (Reset) ?  
Le module d'auto-apprentissage supprime toutes les commandes de mise en marche assimilées lorsque l'alimentation électrique est interrompue ou que vous appuyez sur **1** pendant 5 secondes.

## Entretien



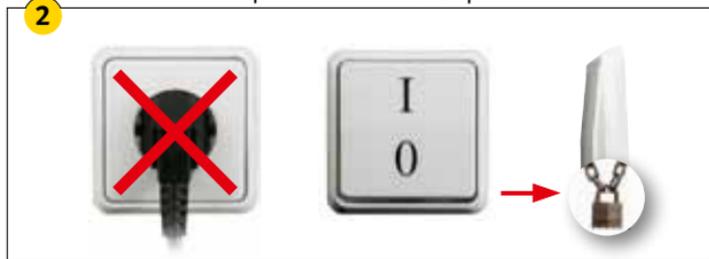
**Remarque :** dommage sur le câble de capteur.

- ▶ Lors du dévissage du moteur du carter de la pompe, veiller à ne pas endommager le câble posé et fixé par des serre-câbles.



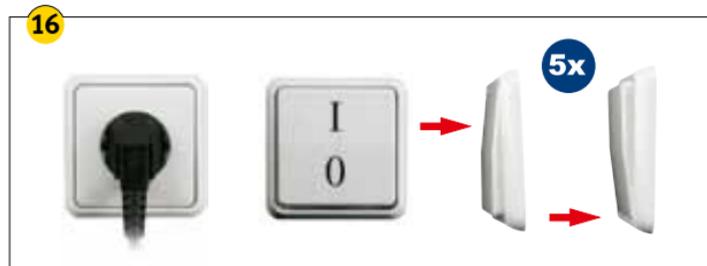
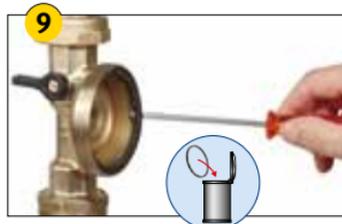
**Danger !** Danger de mort par électrocution.

- ▶ Avant d'effectuer des travaux sur la pompe, mettre le circuit électrique hors tension et utiliser le blocage contre la remise en marche involontaire (voir Figure 2).
- ▶ Vérifier que le circuit n'est pas sous tension.



## Entretien

- ▶ Remplacer la bague d'étanchéité à chaque ouverture du moteur (voir Figure 9).
- ▶ Placer la nouvelle bague d'étanchéité dans la rainure du boîtier de la pompe et la presser légèrement (voir Figure 10).



- ▶ Pour bénéficier d'une assistance, consultez votre entreprise de chauffage et d'installations sanitaires ou la société Deutsche Vortex.

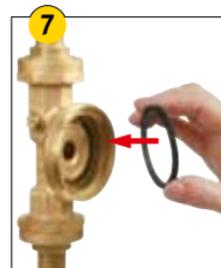
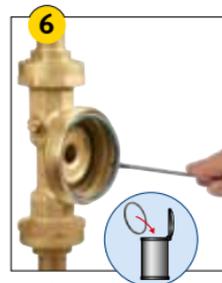
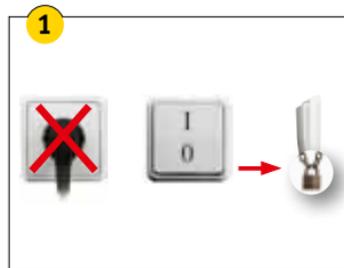
## Remplacement

### Moteur



**Danger !** Danger de mort par électrocution.

- ▶ Avant d'effectuer des travaux sur la pompe, mettre le circuit électrique hors tension et utiliser le blocage contre la remise en marche involontaire (voir Figure 1).
- ▶ Vérifier que le circuit n'est pas sous tension.



## Remplacement

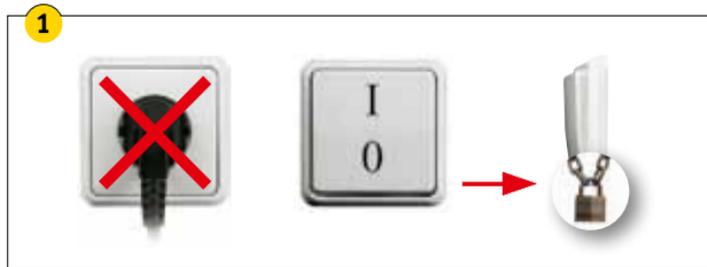
- ▶ Terminer l'échange : voir à partir du chapitre Raccordement électrique, page 9 et suivantes.

## Capot de raccordement / Module de régulation

**Danger !** Danger de mort par électrocution.



- ▶ Ne confier les travaux sur le circuit électrique qu'à un électricien spécialisé et agréé.
- ▶ Mettre le circuit électrique hors tension et utiliser le blocage contre la remise en marche involontaire (voir Figure 1).
- ▶ Vérifier que le circuit n'est pas sous tension.



- ▶ Terminer l'échange : voir à partir du chapitre Raccordement électrique, page 9 et suivantes.

## Pannes et mesures correctives

► Veuillez tenir compte du chapitre Sécurité (voir page 3).

Panne	Causes	Correction	Chapitre / Page
La pompe ne fonctionne pas. La DEL « Pompe » n'est pas allumée.	■ L'alimentation en courant est interrompue.	► S'assurer de la bonne alimentation en courant.	Raccordement électrique, p. 9.
	■ Il y a une baisse de température lorsqu'une absence est détectée ou qu'il n'y a momentanément pas de besoins.	► Patientez jusqu'à la prochaine mise en marche de la pompe ou tirez de l'eau chaude.	
La pompe ne fonctionne pas. La DEL « Pompe » est allumée.	■ Défaut moteur (électrique/électronique).	► Changer de moteur.	Remplacement, p. 20.
	■ Le rotor est bloqué, défaut palier de rotor.		
	■ Des dépôts bloquent le rotor.	► Nettoyer les pièces qui sont entrées en contact avec de l'eau.	Entretien, p. 18.
	■ Le rotor est coincé. Le moteur Vortex a été monté sur le logement de la pompe Wilo.	► Monter le logement de pompe Vortex d'origine.	
La pompe « n'assimile pas ».	■ La circulation est bloquée.	► Établissez de nouveau la circulation.	
	■ La boîte de connexion n'est pas montée sur la conduite d'alimentation en eau chaude.	► Montez la boîte de connexion sur la conduite d'alimentation en eau chaude.	Montez la boîte de connexion, page 13 et pages suivantes.
	■ La boîte de connexion est monté sur un tuyau non thermoconducteur.	► Utiliser des tuyaux en matériau non thermoconducteur (métal, matière synthétique, tuyau composite).	Montez la boîte de connexion, page 13 et pages suivantes.
	■ Le clapet anti-retour manque ou est ouvert de façon continue (circulation par gravité !).	► Montez ou remplacez le corps de la pompe en V ou le clapet anti-retour RV 153.	

## Pannes et mesures correctives

► Veuillez tenir compte du chapitre Sécurité (voir page 3).

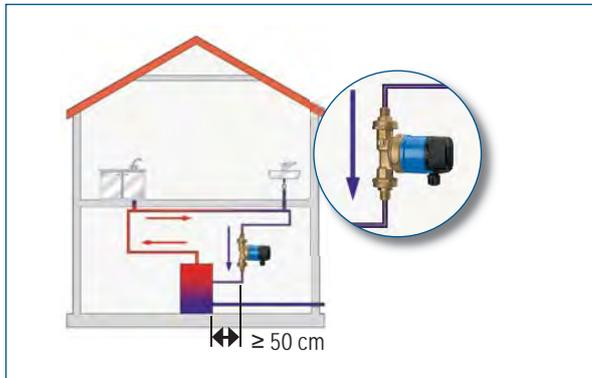
Panne	Causes	Correction	Chapitre / Page
Le voyant de la DEL « Sensor » est rouge.	■ Le capteur extérieur est défectueux.	► Changez la boîte de connexion.	Montez la boîte de connexion, page 13 et pages suivantes.
	■ Le capteur de la liaison-câble est interrompu.	► Vérifier les connexions électriques (contact de la fiche bleue). Le cas échéant, remplacer le module.	Montez la boîte de connexion, page 13 et pages suivantes.
La pompe arrête fréquemment le fonctionnement du rotor.	■ Air dans le logement de la pompe, le dispositif de protection contre la marche à sec est activé.	► Ventilation du conduit de circulation.	Installation, p. 6 et Purge, p. 11.
La pompe fait du bruit.	■ Air dans le corps de la pompe.	► Ventilation du conduit de circulation.	Installation, p. 6 et Purge, p. 11.
	■ Défaut palier de rotor.	► Changer de rotor. En cas de goupille de palier endommagée, changer le moteur.	Remplacement, p. 20.
	■ Le clapet anti-retour est desserré.	► Changer le corps de la pompe en V ou le clapet anti-retour monté à l'arrière la pompe (par exemple RV 153).	Installation, p. 6.

## 4. Installation du circulateur

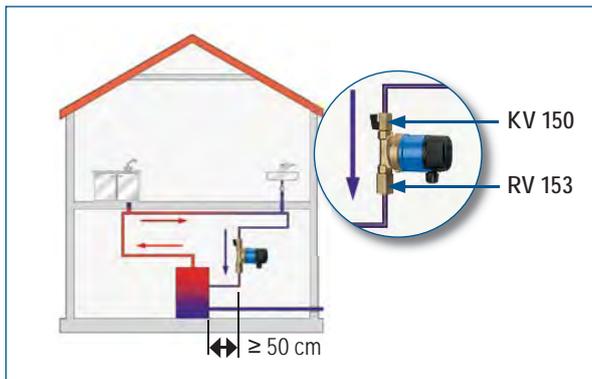
### 4.1 Généralités de l'installation

Les circulateurs VORTEX sont généralement montés dans le conduit de circulation [retour] (figures 17 et 18).

**Figure 17:**  
Installation d'un circulateur VORTEX avec boîtier de pompe V



**Figure 18:**  
Installation d'un circulateur VORTEX avec boîtier de pompe R 1/2", plus clapet anti-retour (RV 153) et robinet d'arrêt (KV 150)



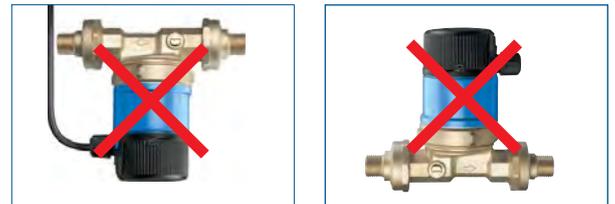
**L'installation dans le conduit d'alimentation selon la pratique courante pour les pompes de circulation pour chauffage présente des inconvénients majeurs :**

- En cas de circulateur avec réglage thermique, le thermostat arrête la pompe avant que l'eau chaude n'atteigne le point de puisage.
- L'intégralité de l'eau chaude doit passer par le circulateur, ce qui peut causer un entartrage excessif.
- Dans le conduit d'alimentation, la température de l'eau chaude est plus élevée que dans le conduit de circulation, ce qui entraîne un entartrage plus important.
- Si de l'eau chaude est puisée à moteur éteint, le flux passe obligatoirement par le rotor (principe de turbine). En l'absence des forces magnétiques de stabilisation, le logement du rotor peut être endommagé.

Le circulateur VORTEX doit être monté dans les positions de montage autorisées (figure 19).



**Figure 19:**  
Positions de montage du circulateur VORTEX



**Figure 20:**  
Positions de montage non admissibles du circulateur VORTEX

Pour les circulateurs à contrôle thermique, il faut veiller à ce que la pompe ne soit pas installée trop près du chauffe-eau. La chaleur que le chauffe-eau transmet sur les tuyaux peut gêner la fonction du thermostat.

## 4.2 Purge d'air du système de circulation

Avant d'installer le circulateur VORTEX et de le mettre en service, il faut purger et rincer le système de circulation, sinon une marche à sec pourrait endommager le palier ou des résidus ou impuretés résultant de la pose pourraient détériorer le rotor. Ceci entraînerait une nette réduction de la durée de vie du circulateur. Selon de récentes statistiques en matière de qualité, la cause majeure pour une défaillance prématurée du circulateur VORTEX est la marche à sec.

Pour prévenir la marche à sec du circulateur, il ne suffit pas de procéder à la « purge d'air » du conduit de circulation par les robinets de puisage ou de desserrer les raccords du circulateur. En ouvrant un robinet de puisage, le flux s'arrête dans le conduit de circulation en raison de la fermeture du clapet anti-retour intégré.

Les bulles d'air sont certes évacuées du conduit d'alimentation, mais dans le conduit de circulation, elles restent dans la branche horizontale à l'endroit, où elles se trouvent actuellement ou elles montent dans la branche verticale jusqu'au prochain coude.

Comme la purge d'air de l'installation requiert une haute vitesse d'écoulement pour entraîner les bulles d'air présentes dans le système, il ne suffit pas non plus d'ouvrir les raccords du circulateur. Ce dernier, quand il est correctement dimensionné, est beaucoup trop faible pour purger toute l'installation de circulation, vu que la vitesse d'écoulement générée est trop minime. C'est pourquoi, les bulles d'air ne migrent vers le circulateur qu'après une longue période, s'y incrustent et causent une marche à sec.

Pour procéder à la purge d'air des circulateurs VORTEX avec moteur à bille, on utilise la bride de purge d'air VORTEX. Celle-ci est simplement vissée sur le corps de la pompe au lieu du moteur. Après avoir raccordé un flexible d'écoulement à la tubulure concordante, l'installation de circulation peut être purgée en ouvrant le robinet à boisseau sphérique (figure 21). Le diamètre de sortie de 1/2" génère une haute vitesse d'écoulement dans le conduit de circulation entraînant ainsi l'air présent.



**Figure 21:**  
Purge d'air au  
moyen de la bride  
VORTEX EF 150

L'air résiduel dans le corps de la pompe après avoir revissé le moteur est éliminé assez rapidement une fois que le circulateur est mis en marche.

En cas de systèmes de circulation en dérivation, il est possible de procéder à une purge d'air ciblée d'une branche individuelle en fermant les autres. Pour ce faire, chaque branche doit être équipée d'un robinet d'arrêt. En utilisant des soupapes de réglage thermostatiques qui peuvent remplacer le robinet d'arrêt selon le produit, il faut veiller à ce que le système soit purgé à l'état froid.

### 4.3 Clapet anti-retour

Chaque installation de circulation doit être équipée d'un clapet anti-retour. Les systèmes de circulation d'eau chaude sans clapet anti-retour ne sont pas utilisables ! L'eau chaude ne doit être acheminée vers les points de puisage que par le conduit d'alimentation. Cette tâche importante est prise en charge par le clapet anti-retour.

Sans clapet anti-retour, l'eau chaude peut être acheminée vers les points de puisage en passant par le conduit de circulation et le circulateur.

**L'absence d'un clapet anti-retour peut causer les perturbations suivantes :**

- Un circulateur à commande thermique s'arrête.
- En cas de connexion du conduit de circulation à la conduite d'alimentation en eau froide (en cas d'absence d'un raccord de circulation au chauffe-eau), de l'eau froide passe par le circulateur. Ceci provoque une condensation dans le logement du moteur, détruisant ainsi la partie électrique du moteur.
- La circulation par thermosiphon qui s'ensuit a pour effet que les mesures destinées à économiser de l'énergie (par exemple l'horloge) deviennent inefficaces.
- Si de l'eau chaude est puisée à moteur éteint, le flux passe obligatoirement par le rotor dans le sens opposé de l'écoulement. En l'absence des forces magnétiques de stabilisation, le logement du rotor est endommagé.

Comme mentionné ci-dessus, le clapet anti-retour est déjà intégré dans les circulateurs VORTEX avec boîtier de pompe V. Pour les circulateurs VORTEX dont le boîtier de pompe est conçu avec un filetage intérieur R 1/2", il faut en plus installer le clapet anti-retour VORTEX RV 153 (figure 22) à la sortie de la pompe. Seul celui-ci est adapté à la capacité du circulateur VORTEX.

**Figure 22:**  
Clapet anti-retour VORTEX  
RV 153



### 4.4 Prévention d'erreurs lors de l'installation

#### 4.4.1 Dérangements – Généralités

Les circulateurs VORTEX sont fiables et sûrs. Malgré une fabrication minutieuse et de stricts contrôles qualité, il se peut qu'un défaut se présente dans de rares cas. Ceci est inévitable pour un produit technique de série. Pourtant, la majorité des réclamations ne sont pas dues à un défaut de fabrication. Les règles d'installation doivent être observées lors du montage des circulateurs, sinon la fonction du système de circulation risque d'être entravée et/ou les circulateurs risquent de tomber en panne prématurément.

#### 4.4.2 Erreurs de montage

Les erreurs de montage connues et leurs conséquences sont les suivantes :

##### ■ Lieu ou position de montage non corrects

###### ▶ Influence de température externe

Si le circulateur est installé à proximité directe du chauffe-eau ou d'autres sources de chaleur, la transmission de chaleur gêne la fonction du thermostat.

###### ▶ Mauvaise position de montage

En installant le circulateur avec l'axe du moteur dirigé vers le haut (voir 4.1, page 12), des bulles d'air peuvent s'accumuler dans le logement du rotor et occasionner une marche à sec. En outre, le rotor n'est pas stabilisé sur le tenon quand la pompe est à l'arrêt.

###### ▶ Lieu de montage incorrect

Le circulateur a été monté dans le conduit d'alimentation (voir 4.1, page 12).

##### ■ Purge d'air insuffisante

Les bulles d'air présentes dans le système de circulation sont entraînées par le flux de l'eau. Elles peuvent s'incruster dans le circulateur et y causer une marche à sec (voir 4.2, page 13).

##### ■ Régulation incorrecte des branches

Les différentes résistances des tuyaux dans un réseau de circulation ramifié occasionnent une sous-alimentation des circuits plus longs présentant beaucoup de résistances – ceux-ci sont mal alimentés et restent froids. L'eau chaude est acheminée vers le circulateur par le circuit avec la plus faible résistance. Un circulateur avec thermostat se met à l'arrêt. Ceci donne l'impression que la pompe ne remplit pas sa fonction.

Pour que chaque circuit soit alimenté de manière équilibrée, les différents circuits doivent être hydrauliquement équilibrés avec des robinets de réglage (régulateurs de circulation) (voir 3.6, page 11).

#### ■ Absence d'un clapet anti-retour

Les conséquences d'un clapet anti-retour manquant sont décrites au point 4.3, page 14.

#### ■ Erreur de branchement électrique

##### ▶ Raccordement électrique

##### à la commande de la chaudière

Lors du « ralenti nocturne », l'horloge mécanique est mise hors tension et ne correspond plus à l'heure actuelle. L'horloge affiche un retard. Quand il est mis hors tension, le module auto-adaptatif perd les moments de puisage mémorisés.

##### ▶ Branchement électrique à l'éclairage de la cave

Lors du branchement au réseau électrique dans la boîte de dérivation, la connexion s'est faite par le câble de l'éclairage de la cave, contrôlée par l'interrupteur. L'horloge ou le circulateur ne fonctionne que quand la lumière de la cave est allumée.

##### ▶ Mauvaise carte de circuit

En post-équipant le système avec une horloge, on a oublié de changer la carte (figure 23). Le circulateur tourne sans arrêt.

#### 4.4.3 Commande par la chaudière

En principe, il n'y a pas de différences significatives entre le circulateur à commande séparée et le circulateur à commande centralisée par la chaudière.

En cas de commande centralisée, le circulateur est contrôlé par le réglage de la chaudière. Pour activer le circulateur, la plupart des fabricants de chaudières ont prévu un canal temporel séparé, commandé par une horloge interne. C'est pourquoi, une horloge au niveau du circulateur n'est alors plus requise. Dans ce cas, nous recommandons un circulateur VORTEX avec thermostat. Avec le module auto-adaptatif, la commande par la chaudière n'est pas utile, vu qu'il a besoin d'une alimentation permanente en courant (voir « Erreurs de branchement électrique »).



Figure 23: Echange de la carte

## 5. Dimensionnement du circulateur

### 5.1 Courbe caractéristique de la pompe

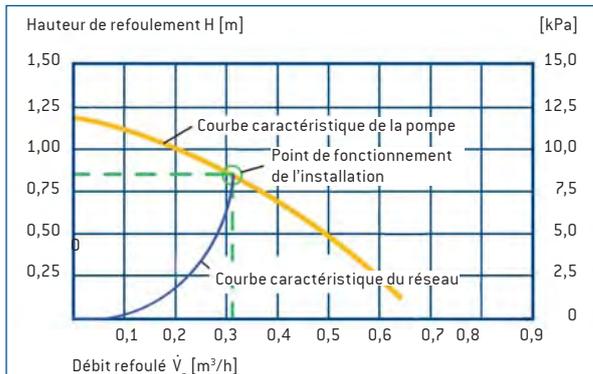
Le comportement hydraulique du circulateur est décrit au moyen de sa courbe caractéristique. Elle indique le rapport entre la hauteur de refoulement et le débit refoulé selon les critères suivants :

- En cas de débit refoulé croissant, la hauteur de refoulement diminue.
- En cas d'augmentation de la hauteur de refoulement, le débit refoulé baisse.

Par débit refoulé, on entend le débit volume refoulé par la pompe. La hauteur de refoulement correspond à la différence de pression appliquée par le circulateur, convertie en hauteur d'une colonne de liquide.

La courbe caractéristique est présentée dans un diagramme. Le débit refoulé  $\dot{V}_p$  est représenté par l'axe horizontal et la hauteur de refoulement  $H$  par l'axe vertical (figure 24). La courbe caractéristique de la pompe montre que le débit refoulé et la hauteur de refoulement dépendent l'un de l'autre :

**Figure 24:** Courbe caractéristique du réseau et de circulateurs VORTEX avec corps de pompe V



- Avec une hauteur de refoulement maximale de  $H = 1,25$  m, le débit refoulé est de  $\dot{V}_p = 0$ .
- Avec une hauteur de refoulement de  $H = 0,75$  m, le débit refoulé est de  $\dot{V}_p = 0,37$  m<sup>3</sup>/h.
- Avec un débit maximal  $\dot{V}_{p\max} = 0,64$  m<sup>3</sup>/h, la hauteur de refoulement est de  $H = 0$ .

### 5.2 Courbe caractéristique du réseau

La courbe caractéristique du réseau dépend de l'installation. Elle reflète le rapport entre la perte de pression occasionnée par le frottement des tuyaux et les résistances individuelles, et le débit dans le système de circulation. Contrairement au « système ouvert » (figures 25, 26 et 27), le circulateur n'a pas besoin de surmonter de différence de hauteur. En d'autres termes, la hauteur de refoulement indiquée dans le diagramme de la pompe n'a rien à voir avec la hauteur du bâtiment, dans lequel la pompe est censée être installée.

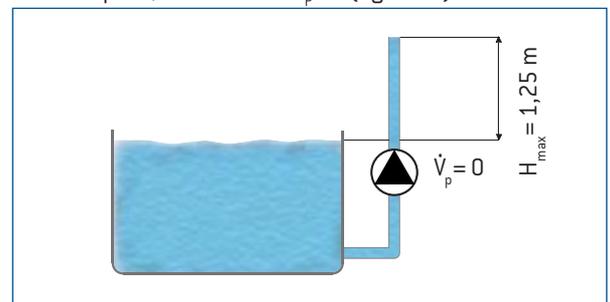
Les circulateurs avec une hauteur de refoulement de 1,25 m, par exemple les produits VORTEX avec moteur à bille, peuvent donc parfaitement fonctionner dans un bâtiment d'une hauteur de 20 m.

#### « Circuit ouvert »

Le rapport entre le débit refoulé et la hauteur de refoulement apparaît clairement dans un « circuit ouvert ». Les figures 25, 26 et 27 se réfèrent à la courbe caractéristique de la pompe présentée à la figure 24.

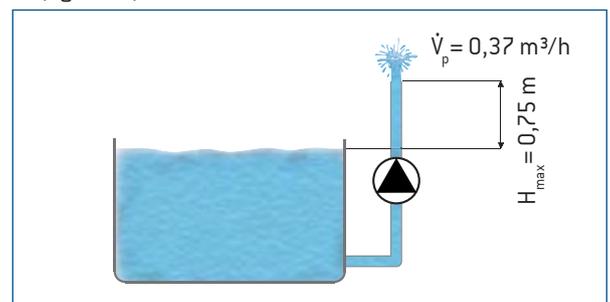
Dans cet exemple théorique, les résistances du réseau ont été négligées.

- Si la longueur du tuyau correspond à la hauteur de refoulement maximale de la pompe  $H_{\max} = 1,25$  m, mesurée à partir du niveau du fluide, aucun fluide ne sort du conduit. Par conséquent, le débit est de  $\dot{V}_p = 0$  (figure 25).



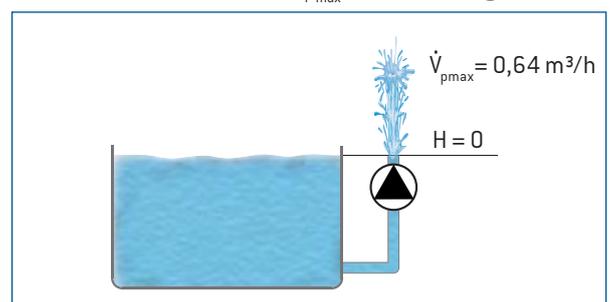
**Figure 25**

- Quand on raccourcit le tuyau de 0,50 m, le circulateur doit surmonter la hauteur de refoulement  $H = 0,75$  m. La quantité sortant du conduit correspond au débit  $\dot{V}_p = 0,37$  m<sup>3</sup>/h (figure 26).



**Figure 26**

- Quand on raccourcit le tuyau de 1,25 m, la sortie du conduit est à la même hauteur que le niveau du fluide. Par conséquent, la hauteur de refoulement est de  $H = 0$ . La quantité à la sortie correspond au débit  $\dot{V}_{p\max} = 0,64$  m<sup>3</sup>/h (figure 27).



**Figure 27**

### 5.3 Point de fonctionnement du système de circulation

Dans le système de circulation, la perte de pression et le débit volume dépendent directement l'un de l'autre. Un équilibre s'établit toujours entre la perte de pression de l'installation, à convertir en perte de hauteur de pression, et la hauteur de refoulement de la pompe. La perte de hauteur de pression de l'installation doit correspondre à la hauteur de refoulement de la pompe au point de fonctionnement du système.

Comme chaque hauteur de refoulement est liée à un unique débit de sortie, le débit volume en circulation est clairement déterminé avec la perte de pression de l'installation. On détermine la perte de pression en intégrant la courbe caractéristique du réseau et celle de la pompe dans un diagramme commun (figure 24, page 16). Le point d'intersection des deux courbes est le point de fonctionnement du système de circulation.

Le point de fonctionnement peut être déterminé en calculant les pertes de pression résultant des diverses résistances du réseau.

### 5.4 Equilibrage hydraulique des conduits de circulation

Dans chaque branche de circulation, la différence de pression du circulateur doit être étranglée le plus possible au moyen des robinets de réglage, en tenant compte des diamètres minimums et des vitesses maximales.

En l'absence d'équilibrage hydraulique, les débits volumes calculés ne s'établissent pas. Cependant, le débit volume de circulation doit pouvoir transporter la quantité thermique qui se perd sur la surface du réseau. Le système de circulation doit être équilibré à tous les niveaux pour assurer la température voulue de l'eau chaude. L'équilibrage hydraulique du système de circulation est donc nécessaire pour garantir un fonctionnement fiable et conforme à la fiche de travail DVGW/W 551.

La fiche de travail DVGW/W 553 exige l'installation de robinets de réglage dans les systèmes de circulation. L'objectif de la régulation est de maintenir les débits volumes de circulation à égalité dans toutes les colonnes montantes, afin de limiter la chute de température entre la sortie du chauffe-eau et le passage par la circulation à environ 5 °C. Il s'est avéré que dans les circuits de circulation à proximité de la pompe, des différences de pression relativement importantes doivent être produites avec de faibles débits volumes de circulation, tandis que dans les colonnes montantes loin de la pompe, des débits volume relativement importants sont nécessaires pour maintenir la température à plus de 55 °C.

Les données suivantes doivent être connues pour ajuster les robinets de réglage :

- Débit volume dans le tronçon
- Calcul de la perte de charge excédentaire par le robinet de réglage
- Température de l'eau à l'état hydrauliquement équilibré

#### 5.4.1 Pré-ajustage manuel au moyen des robinets de réglage

Les robinets de réglage sont dimensionnés et pré-ajustés en fonction des données requises par les robinets, du débit volume de circulation dans le tronçon et de la perte de charge nécessaire. La valeur de pré-réglage requise est alors relevée dans le diagramme du fabricant, puis le robinet de réglage est ajusté en conséquence.

#### 5.4.2 Robinets de réglage thermostatiques

Les robinets de réglage thermostatiques ont été conçus dans le but de maintenir la température dans le système d'eau chaude à un niveau supérieur à la température réglable. Après le réglage du thermostat et de l'orifice de passage, le robinet de réglage peut automatiquement prendre les positions d'étranglement requises. Quand la température ciblée est atteinte, le robinet ne doit pas fermer.

Pour utiliser de tels robinets qui représentent une combinaison de robinets de réglage traditionnels et de régulateurs de circulation thermiques, il est nécessaire de faire le calcul du réseau et de déterminer la valeur de pré-réglage. L'avantage principal, c'est la facilité de réglage sur le chantier, due au fait que les petits écarts entre le calcul et l'exécution sont automatiquement équilibrés par le robinet de réglage thermostatique.

### 5.5 Méthode de calcul selon la DIN 1988, partie 3

La conception du conduit d'alimentation selon la DIN 1988, partie 3 sert de base pour toutes les autres méthodes de calcul, y compris celle de la fiche de travail DVGW/W 553.

D'une manière générale, les conduits d'alimentation et de circulation doivent être isolés selon les dispositions relatives aux économies d'énergie en vigueur. Lors de la circulation avec pompe, la différence de température admissible  $\Delta\theta$  en sortant du chauffe-eau pour entrer dans le conduit d'alimentation et en entrant à nouveau dans le chauffe-eau ne doit pas dépasser 5K.

Le conduit de circulation vertical est conçu au moins en DN 12 à partir du raccord de la colonne montante. La dimension des principaux conduits de circulation horizontaux peut provisoirement être déterminée selon le tableau 1. Voir 5.6 pour d'autres calculs.

**Tableau 1:**  
Valeurs de base pour les diamètres nominaux des principaux conduits de circulation (selon la DIN 1988, partie 3)

Conduit d'alimentation Diamètre nominal DN	Conduit de circulation Diamètre nominal DN
20	12 <sup>*)</sup>
25	12 <sup>*)</sup>
32	12 <sup>*)</sup>
40	20
50	25
65	25
80	25
100	32

<sup>\*)</sup> Pour tuyaux filetés de poids moyen selon la norme DIN 2440: DN 15

Pour **dimensionner le circulateur**, on a besoin du débit du circulateur  $\dot{V}_p$  et de la pression de refoulement requise  $\Delta p_p$ . Le débit du circulateur se base sur la quantité d'eau contenue dans le système. Selon la DIN 1988, partie 3, il suffit de faire circuler l'eau chauffée trois fois par heure pour éviter un refroidissement excessif. Le débit refoulé, et donc le débit de circulation, est globalement déterminé avec le triple de l'eau contenue dans le circuit de circulation (sans le contenu du chauffe-eau et du boiler).

L'équation suivante est applicable :

$$\dot{V}_p = 3 \cdot \frac{V_{RL}}{t} ; t = 1h$$

La **hauteur de refoulement du circulateur** est déterminée par la somme des pertes de charge résultant du frottement des tuyaux et des différentes résistances du parcours le plus long, à partir du raccord du conduit de circulation au conduit d'alimentation jusqu'au chauffe-eau. Les pertes de pression sont déterminées au moyen du formulaire A 7 de la DIN 1988 partie 3 et en recourant au schéma de calcul. La vitesse d'écoulement dans le conduit de circulation de 0,5 m/s maximum doit être respectée.

Les débits partiels se calculent avec le débit refoulé du circulateur, divisé par le nombre de branches de circulation.

### 5.6 Méthode de calcul pour systèmes de circulation selon la fiche de travail DVGW/W 553

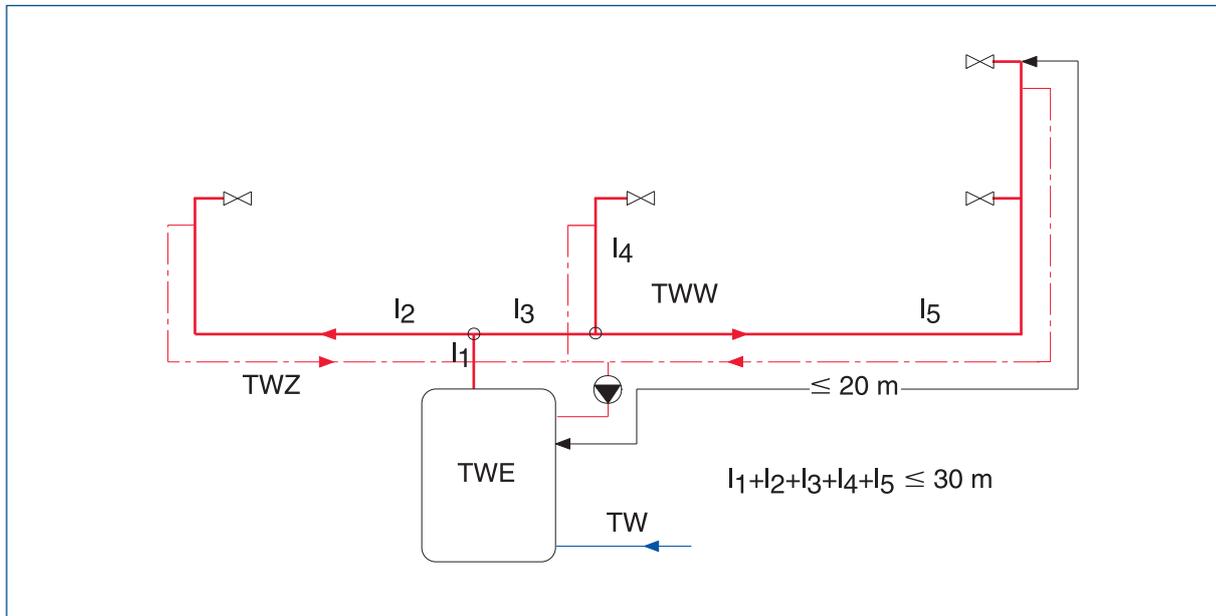
La fiche de travail DVGW/W 551 exige des températures d'eau chaude de 55 – 60 °C dans le système de circulation pour réduire la concentration de légionelles. Ceci requiert une nouvelle méthode de calcul tenant compte des pertes thermiques. Selon la taille de l'installation, on utilise dans la pratique plusieurs méthodes pour dimensionner les systèmes de circulation. Le respect des règles techniques en vigueur forme la base de toutes les méthodes de calcul. On part notamment du principe que les conduites d'eau chaude et de circulation sont au minimum conçues selon les conditions énoncées dans le décret relatif aux économies d'énergie EnEV.

#### 5.6.1 Méthode rapide

Cette méthode est utilisée pour les petites installations, par exemple dans les maisons individuelles ou pour deux familles. Le calcul détaillé produit toujours les mêmes dimensions pour le système de circulation, notamment en raison de l'échelonnement des diamètres nominaux. La longueur de tous les conduits d'eau chaude concernés par la circulation (sans le conduit de circulation) ne doit pas dépasser 30 m et le parcours d'écoulement le plus long d'un conduit de circulation (TWZ) ne devrait pas dépasser 20 m (figure 28, page 19).

Si ces conditions sont remplies, les conduits de circulation doivent avoir un diamètre intérieur minimum de DN 10 et le circulateur doit être conçu en DN 15.

Quand le conduit de circulation est monté en tube de cuivre, il faut apporter la preuve que la vitesse d'écoulement maximale admissible ne dépasse pas 0,5 m/s. La vérification est possible au moyen de la méthode de calcul simplifiée ou différenciée.



**Figure 28:** Longueurs maximums admissibles pour la méthode rapide

### 5.6.2 Calcul simplifié pour installations de circulation

Le calcul simplifié pour installations de circulation n'est possible que si l'on fait des concessions en termes d'exactitude. En contrepartie, cette méthode offre la possibilité de réaliser un calcul relativement rapide et simple pour les petites et moyennes installations. Le libre choix de l'écart de température, la détermination exacte du débit de circulation total et la répartition suffisamment précise sur les différentes branches comptent également parmi les avantages. Une simplification est possible en renonçant au calcul différencié des flux thermiques et des pertes de charge par les différentes résistances.

#### 5.6.2.1 Simplifications et procédé

##### Détermination des débits volumes

Pour déterminer les pertes thermiques des conduits d'eau chaude, utilisées pour calculer les débits volumes des tronçons, on peut se baser sur les simplifications suivantes :

- Perte thermique des conduits d'eau chaude posés à la cave :  $\dot{q}_{w,K} = 11 \text{ W/m}$
- Perte thermique des conduits d'eau chaude posés dans la gaine :  $\dot{q}_{w,S} = 7 \text{ W/m}$

Les pertes thermiques des robinets, négligeables en raison de leur isolation selon le décret relatif aux économies d'énergie, ne sont pas prises en compte. La perte thermique  $\dot{Q}_w$  de tous les conduits d'eau chaude s'élève alors à :

$$\dot{Q}_w = l_{w,K} \cdot \dot{q}_{w,K} + l_{w,S} \cdot \dot{q}_{w,S} \quad (1)$$

La différence de température ou refroidissement de l'eau chaude par voie de calcul jusqu'au raccord de la conduite de circulation au conduit d'alimentation s'élève à :

$$\Delta\vartheta_w = 2 \text{ K}$$

Cette différence de température permet de déterminer le débit  $\dot{V}_p$  [l/h] du circulateur :

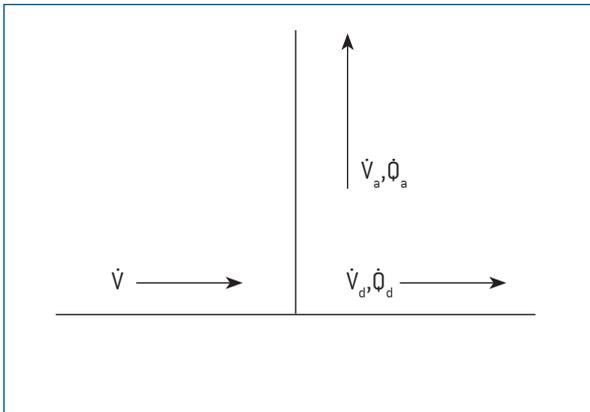
$$\dot{V}_p = \frac{\dot{Q}_w}{\rho \cdot c \cdot \Delta\vartheta_w} \quad [2]$$

On admet alors que :

$$\rho = 1 \text{ kg/l}$$

$$c = 1,2 \text{ Wh/kg K}$$

Le débit du circulateur étant connu à présent, on peut calculer la répartition des débits volumes sur les différents tronçons. A un point de croisement, le débit volume est réparti en un parcours en ligne et un parcours en dérivation.



Le débit volume du tronçon en dérivation se calcule de la manière suivante :

$$\dot{V}_a = \dot{V} \cdot \frac{\dot{Q}_a}{\dot{Q}_a + \dot{Q}_d} \quad [3]$$

Pour le calcul du débit volume en ligne :

$$\dot{V}_d = \dot{V} \cdot \frac{\dot{Q}_d}{\dot{Q}_a + \dot{Q}_d} \quad [4]$$

ou

$$\dot{V}_d = \dot{V} - \dot{V}_a \quad [5]$$

### Dimensionnement du diamètre des conduits de circulation

Les diamètres des conduits de circulation sont déterminés sur la base des tableaux de valeurs R en tenant compte de la vitesse d'écoulement maximum de 0,5 m/s. Les conduits de circulations doivent avoir un diamètre intérieur d'au moins 10 mm [fiche de travail DVGW/W 553].

En les séparant des conduits principaux, les différentes colonnes montantes de circulation sont reportées dans un formulaire approprié pour être dimensionnées.

Il se peut très bien que les vitesses d'écoulement des conduits à proximité de la pompe soient supérieures à celles des conduits éloignés de la pompe.

### Détermination de la pression de refoulement du circulateur

La pression de refoulement du circulateur est définie par la perte de charge par frottement du parcours de circulation le moins favorable, en général le conduit de circulation le plus long avec les plus grandes résistances. Les déviations et dérivation sont globalement ajoutées au calcul avec un supplément de 20 – 40 %.

Il en résulte la pression de refoulement suivante :

$$\Delta p_p = 1,2 \dots 1,4 (\sum l \cdot R) + \sum \Delta p_{RV} + \Delta p_{TH} + \Delta p_{AP} \quad [6]$$

Après avoir calculé le débit refoulé et la pression de refoulement, il est possible de déterminer le véritable point de fonctionnement de l'installation et de la pompe.

### 5.6.2.2 Exemple de calcul

Immeuble avec 10 appartements

- Matériau du tuyau : cuivre
- Dimensionnement des conduits d'eau chaude selon la fiche de travail DVGW/W 553
- Robinets de puisage protégés séparément

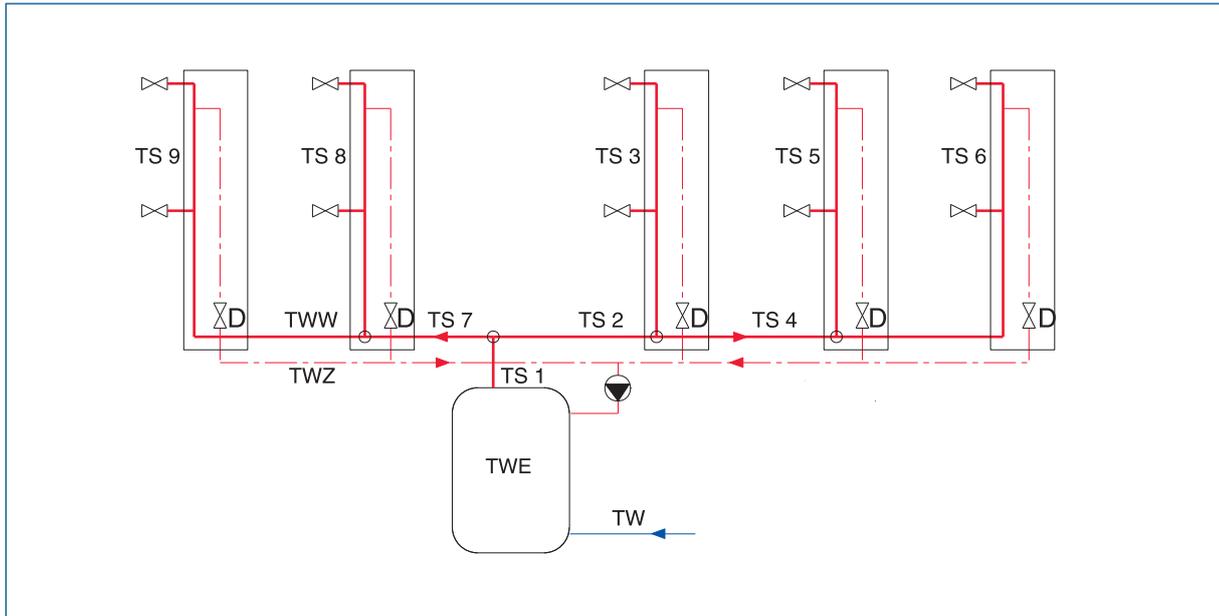


Figure 29:  
Croquis des  
conduits

#### ■ Calcul des pertes thermiques des débits partiels dans les tronçons d'eau chaude selon l'équation (1)

Tronçon	Cave/ Gaine (K/S)	Longueur l [m]	Perte thermique par m $\dot{q}_w$ [W/m]	Perte thermique $l \cdot \dot{q}_w$ [W]	Total $\Sigma l \cdot \dot{q}_w$ [W]
TS 1	K	3	11	33	33
TS 2	K	5	11	55	55
TS 3	S	12	7	84	84
TS 4	K	5	11	55	55
TS 5	S	12	7	84	84
TS 6	K	5	11	55	139
	S	12	7	84	
TS 7	K	5	11	55	55
TS 8	S	12	7	84	84
TS 9	K	5	11	55	139
	S	12	7	84	
Total des longueurs		88		Total des pertes thermiques	728

Tableau 2:  
Pertes thermi-  
ques de tous  
les tronçons

#### ■ Calcul des débits volumes

Le total des pertes thermiques du tableau 2 et la différence de température calculée de  $\Delta\vartheta_w = 2$  K permettent de déterminer le débit de refoulement du circulateur selon l'équation (2) :

$$\dot{V}_P = \frac{728W}{1 \text{ kg/l} \cdot 1,2 \text{ Wh/kgK} \cdot 2 \text{ K}} = 303,3 \text{ l/h} \quad (2)$$

Les débits partiels se répartissent aux points de croisement. Le tronçon menant au point de croisement dans le sens d'écoulement est inscrit au tableau 3 (page 22), dans la première colonne.

**Tableau 3:**  
Calcul des débits partiels dans les conduits de distribution et de circulation

1 Tronçon d'eau chaude menant au point de croisement	2 Débit volume jusqu'au point de croisement	3 Perte thermique dans le conduit de dérivation	4 Perte thermique dans le conduit en ligne	5 Perte thermique au point de croisement	6 Débit volume dans le conduit de dérivation	7 Débit volume dans le conduit en ligne	8 Contrôle
	$\dot{V}$ [l/h]	$\dot{Q}_a$ [W]	$\dot{Q}_d$ [W]	$\dot{Q}_a + \dot{Q}_d$ [W]	$\dot{V}_a$ [l/h]	$\dot{V}_d$ [l/h]	$\dot{V}_d = \dot{V} - \dot{V}_a$ [l/h]
TS 1	303	278 <sup>1)</sup>	417 <sup>2)</sup>	695	121	182	303-121
TS 2	182	84	278	362	42	140	182-42
TS 4	140	84	139	223	53	87	140-53
TS 7	121	84	139	223	46	75	121-75

<sup>1)</sup> dans le croquis des conduits vers la gauche

<sup>2)</sup> dans le croquis des conduits vers la droite

Le premier tronçon est le TS 1 commençant au chauffe-eau. Le débit volume de cette section menant au 1<sup>er</sup> point de croisement dans le sens d'écoulement est inscrit dans la deuxième colonne.

Ce débit volume se répartit en partant vers la gauche dans le tronçon TS 7, défini comme dérivation et vers la droite dans le tronçon TS 2, ici le tronçon en ligne. Les pertes thermiques de ces deux tronçons sont calculées séparément, puis totalisées. En d'autres termes, la perte thermique dans le conduit de dérivation (3<sup>ième</sup> colonne) est composée des pertes thermiques des tronçons 7–9 :

$$\dot{Q}_a = (55 + 84 + 139) \text{ W} = 278 \text{ W}$$

La perte thermique dans le conduit en ligne (4<sup>ième</sup> colonne) découle des diverses pertes thermiques des tronçons 2–6 :

$$\dot{Q}_d = (55 + 84 + 55 + 84 + 139) \text{ W} = 417 \text{ W}$$

La somme de ces deux pertes thermiques forme la perte thermique au point de croisement (5<sup>ième</sup> colonne).

Les différents débits volumes dans le conduit de dérivation (colonne 6) et le conduit en ligne (colonne 7) peuvent être déterminés selon les équations (3) et (4) :

dans le conduit de dérivation selon l'équation (3):

$$\dot{V}_a = 303 \text{ l/h} \cdot \frac{278 \text{ W}}{695 \text{ W}} = 121 \text{ l/h} \quad (3)$$

et dans le conduit en ligne selon l'équation (4) :

$$\dot{V}_d = 303 \text{ l/h} \cdot \frac{417 \text{ W}}{695 \text{ W}} = 182 \text{ l/h} \quad (4)$$

La colonne 8 permet de contrôler la dernière valeur selon l'équation (5) :

$$\dot{V}_d = (303 - 121) \text{ W} = 182 \text{ l/h} \quad (5)$$

Ce débit volume est la valeur de base pour le tronçon TS 2 qui mène au prochain point de croisement, TS 3 étant le conduit de dérivation partant de là et TS 4 le conduit en ligne, à la ligne suivante du tableau. Les calculs sont alors réalisés analogiquement aux précédents.

#### ■ Choix du diamètre des conduits de circulation

Les diamètres nominaux des conduits de circulation sont définis pour chaque tronçon et figurent dans un tableau. Les longueurs et débits volumes des tronçons pour la circulation sont les mêmes que pour les conduits d'alimentation posés en parallèle. Ceux-ci sont inscrits au tableau 4 (page 23) dans la 3<sup>ième</sup> et 4<sup>ième</sup> colonne. Dans la 5<sup>ième</sup> colonne, les débits volumes sont convertis de l/h en l/s.

Les diamètres des conduits de circulation sont choisis sur la base des tableaux de valeurs R en tenant compte de la vitesse d'écoulement maximale admissible de 0,5 m/s (colonne 6 – 8). Après avoir déterminé la perte de charge du tuyau (colonne 9), on ajoute 40 % des résistances isolées au frottement du tuyau (colonne 12).

1 Tronçon	2 Tuyau	3 l [m]	4 $\dot{V}_z$ [l/h]	5 $\dot{V}_z$ [l/s]	6 $d_a$ [mm]	7 v [m/s]	8 R [mbar/m]	9 I • R [mbar]	10 $\Sigma \zeta$	11 Z [mbar]	12 I • R + Z <sup>1)</sup> [mbar]	13 $\Delta p_0$ [mbar]
TS 1	Cu	3	303	0,085	18	0,43	2,1	6			8	
TS 2	Cu	5	182	0,050	18	0,25	0,84	4			6	
TS 4	Cu	5	140	0,039	15	0,29	1,46	7			10	
TS 7	Cu	5	121	0,034	15	0,26	1,16	6			8	
TS 3	Cu	12	42	0,012	12	0,16	0,72	9			13	38
TS 5	Cu	12	53	0,015	12	0,19	1,05	13			18	23
TS 6	Cu	17	87	0,024	12	0,30	1,84	31			43	
TS 8	Cu	12	46	0,013	12	0,17	0,83	10			14	25
TS 9	Cu	17	75	0,021	12	0,26	1,66	28			39	

<sup>1)</sup> 1,4 • I • R (+ 40 % provenant des résistances isolées, sans clapet anti-retour)

**Tableau 4:**  
Détermination  
des diamètres  
des conduits  
de circulation

#### ■ Calcul de la pression de refoulement pour le circulateur

Pour calculer la pression de refoulement selon l'équation (6), on détermine les pertes de pression dues au frottement et aux résistances à l'écoulement sur le parcours le plus défavorable en termes hydrauliques (tronçons 1, 2, 4, 6). A cela s'ajoutent la perte de pression du clapet anti-retour VORTEX de l'ordre de 20 mbar et les résistances isolées de l'ordre de 40 % du frottement du tuyau :

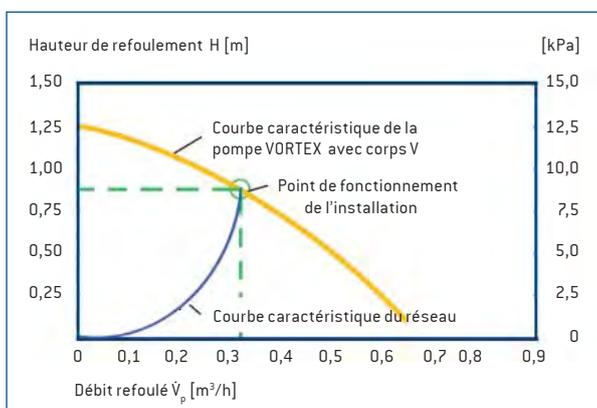
$$\Delta p_p = 1,4 \cdot (\Sigma I \cdot R_{TS 1,2,4,6}) + \Delta p_{RV} \quad (6)$$

$$\Delta p_p = 1,4 \cdot (6 + 4 + 7 + 31) \text{ mbar} + 20 \text{ mbar}$$

$$\Delta p_p = 87 \text{ mbar}$$

Les données pour le circulateur sont alors connues :  
Hauteur de refoulement : 0,87 m, débit refoulé :  
0,303 m<sup>3</sup>/h

Les données acquises ont permis de créer le diagramme suivant (figure 30) :



**Figure 30:**  
Courbe caractéristique du réseau et de la pompe en référence à l'exemple

#### ■ Équilibrage des branches

Pour atteindre les températures désirées dans les différentes branches et afin que ces dernières aient toutes la même perte de charge, la différence de pression excédentaire est uniformément diminuée dans tous les autres conduits au moyen de robinets de réglage pré-ajustés.

La perte de charge excédentaire calculée (colonne 13) est inscrite avec le débit du conduit concerné (colonne 4) dans le diagramme de pré-réglage du fabricant de robinet pour déterminer la valeur de pré-réglage.

#### 5.6.3 Procédé différencié

Ce procédé convient aux installations de toutes tailles, notamment lorsque les paramètres de système sont définis à l'aide de l'informatique. Il se distingue de la méthode simplifiée par le fait que les pertes thermiques et les pertes de charge sont déterminées de manière différenciée, ce qui permet de faire un calcul relativement précis des pré-ajustages des robinets de réglage – cependant, toujours sur la base d'hypothèses! Les différentes étapes du calcul selon la méthode différenciée sont les suivantes :

1. Détermination des pertes thermiques des conduits d'eau chaude (en fonction du diamètre nominal, de l'isolation et de la température ambiante)
2. Calcul du débit de refoulement du circulateur
3. Calcul des débits partiels
4. Détermination des diamètres nominaux des conduits de circulation
5. Détermination de la pression de refoulement du circulateur par les pertes de charge différenciées de la branche la plus défavorable
6. Choix du circulateur
7. Détermination des pré-réglages pour les robinets de réglage

## 6. Problèmes d'hygiène dans la production d'eau chaude – Infections dues aux légionelles

### 6.1 Agents pathogènes

Les légionelles sont des bactéries en forme de bâtonnets d'un diamètre entre 0,2 et 0,7 micromètres et d'une longueur d'environ 1 à 4 micromètres. Jusqu'à ce jour, 62 types différents ont été identifiés, formant 39 espèces.

A l'état naturel, les légionelles ont été détectées dans les eaux de surface, comme les rivières et lacs, c'est-à-dire exclusivement dans les eaux douces. Elles sont relativement rares dans la nappe phréatique. Mais, elles ont également été trouvées dans des cours d'eau gelés et des sources chaudes, donc dans des conditions climatiques extrêmes. Les légionelles sont présentes partout, sauf dans les eaux contenant du sel, alors qu'à prime abord, on les croyait relativement rares. Les conditions idéales pour la prolifération des légionelles se situent dans une plage de température entre 25 et 45 °C. Au-delà de 50 °C, les légionelles ne sont plus viables et meurent.

Dans l'ensemble, la croissance de légionelles dépend, en dehors de la température, de nombreux autres facteurs présents dans l'eau, comme la teneur en oxygène, le pH, le taux d'ions métalliques et d'électrolytes, mais surtout du matériau du tuyau. Les légionelles se nourrissent de micro-organismes morts, mais peuvent aussi former une symbiose avec certaines espèces d'algues et profiter ainsi les unes des autres.

### 6.2 Contamination et signes cliniques

Dans les installations techniques destinées au traitement et à la distribution d'eau ou fonctionnant avec de l'eau (par exemple tours réfrigérantes, les climatisations et systèmes d'eau chaude), l'eau peut être fortement contaminée avec des bactéries de légionelles. Elles se transmettent par des aérosols humides très fins, donc dans un mélange d'humidité et d'air, comme par exemple en prenant une douche ou en utilisant des inhalateurs ou appareils respiratoires, mais aussi dans des bains avec système de massage, à proximité d'humidificateurs, de tours réfrigérantes de type ouvert et d'autres systèmes. Dans les hôpitaux, l'ingestion d'eau contaminée a également été identifiée comme voie de contamination. Par contre, la transmission des bactéries de personne à personne peut être exclue.

On distingue deux signes cliniques typiques. La fièvre de Pontiac est une légère infection sans affection pulmonaire qui guérit en quelques jours. Aucun décès n'a été recensé suite à cette fièvre. La légionellose (maladie des légionnaires) est nettement plus dangereuse. C'est une pneumonie bactérienne aiguë qui peut être mortelle. En principe, toute personne peut contracter une légionellose. Cependant, ce sont surtout les personnes immunodéprimées qui sont le plus à risque. On notera que trois fois plus d'hommes que de femmes contractent la légionellose. Le risque de développer la maladie augmente avec l'âge. Les fumeurs et diabétiques sont également plus exposés à ce risque.

### 6.3 Mesures techniques pour diminuer la croissance de légionelles

Selon une étude réalisée en 1991 par la section « Microbiologie appliquée et hygiène » de l'Université de la Sarre, les légionelles dans les installations d'eau chaude de maisons individuelles ou d'immeubles ne représentent pas un grand problème. Cependant, dans les grandes installations, comme par exemple dans les hôpitaux, les hôtels, les maisons de retraite et autres institutions similaires, où la taille importante du réseau et le nombre accru de personnes fragilisées sont des facteurs à risque, il faut prendre des mesures préventives, afin d'éviter toute infection.

Bien qu'un conduit de circulation avec un circulateur actif garantisse une circulation permanente de l'eau, la température de l'eau chaude peut baisser dans les conduits et aux points de puisage, de manière à favoriser une croissance de légionelles. Le point de puisage le plus critique est la douche : après avoir pris une douche, l'eau subsistant dans le robinet, le flexible de douche et le pommeau de douche se situe dans la fourchette de température critique.

### **Désinfection thermique**

Lors de la désinfection thermique, l'intégralité du système d'eau chaude, robinets de puisage compris, est chauffée à plus de 70 °C, afin d'éliminer d'éventuelles concentrations de légionelles. Dans les chaudières modernes, la plupart des systèmes de production d'eau chaude sont équipés en usine d'un programme de désinfection thermique. Lors du cycle de désinfection, il faut assurer la protection contre les brûlures.

Comme la résistance à la température du circulateur VORTEX C est de 95 °C, les hausses de température de courte durée dans le réseau d'eau chaude ne posent pas de problèmes.

### **Désinfection chimique**

Pour la désinfection chimique de l'eau potable dans les systèmes de circulation, destinée à éliminer les légionelles, on utilise surtout du chlore ou des composés de chlore qui sont directement introduits dans le circuit de circulation. L'ozone et le peroxyde d'hydrogène sont également des substances importantes pour la désinfection chimique. En procédant à la désinfection chimique, seules les substances répondant à la réglementation de l'eau potable sont admissibles et les règles applicables à l'usage de ces substances doivent être respectées. Il faut veiller à ce que les matériaux des tuyaux soient compatibles avec les désinfectants utilisés.

### **Rayons UV**

Pour la désinfection aux rayons UV, une unité de rayons UV est intégrée dans le système de circulation. Celle-ci crée une zone locale désinfectée, et le flux d'eau qui la traverse est ainsi stérilisé. Cette technique est également mise en œuvre dans le réseau public d'eau potable, lorsque l'eau produite est polluée d'agents microbiologiques.

