Pioneering for You

Informations à destination des prescripteurs

Réseaux de chaleur et de froid urbains

Wilo France, force d'un groupe international et fabrication française 4

Des pompes de remplacement adaptées aux nouvelles exigences ? 5

Services Wilo 5

La distribution d'eau chaude et d'eau glacée 6

1. La directive ErP 7
2. Principe de sélection d'une pompe 10
3. Les pompes dans les réseaux de chaleur et de froid urbain 15
   - Qu'est-ce qu'un réseau de chaleur et de froid ? 15
   - Le débit variable dans les réseaux de chauffage et de froid 16
   - Sélection des pompes dans les réseaux de chaleur et de froid 21
   - Modes de régulation 15
4. Etude de cas 32
5. Certificats d'économies d'énergie 33
6. Prescription d'installation 34
7. Aides à la sélection 43
8. Gammes de produits 44

Le relevage en chaufferie 46

1. Les différentes pompes de relevage utilisées en chaufferie 46
2. Gammes de produits 47

L'expansion des réseaux de chauffage et de froid **49**

1. Pourquoi un système d'expansion ? 49
2. Positionnement du système d'expansion – point neutre 50
3. Les différents systèmes d'expansion 51
4. Dimensionnement des groupes de maintien de pression équipés de pompes 56
5. Etude de cas 60
6. Aides à la sélection 62
7. Gammes de produits 68

Qualité de l'eau **70**

1. Pourquoi la qualité de l'eau est importante ? 70
2. L'air et les boues dans les réseaux 70
3. Traitement 72
4. Solution de traitement physique 73
5. Aides à la sélection 80
6. Gammes de produits 82

Annexes **84**

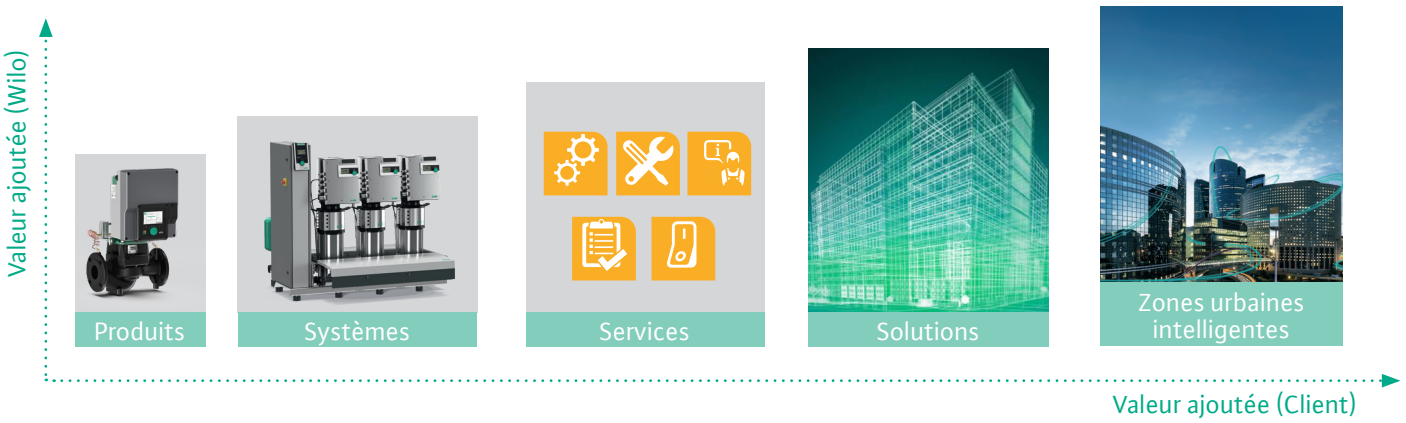
Wilo France, force d'un groupe international et fabrication française

Le Groupe Wilo est l'un des plus grands fabricants au monde de pompes et de systèmes de pompage destinés au marché du **Bâtiment**, du **Cycle de l'eau** et de **l'Industrie**.

Au cours de la dernière décennie, nous sommes passés d'un acteur discret à un leader visible et connecté. Aujourd'hui, Wilo compte environ 8 000 collaborateurs à travers le monde et un chiffre d'affaires de 1,45 milliards d'euros. Nos solutions innovantes, nos produits intelligents et nos services déplacent l'eau de manière intelligente, efficace et respectueuse de l'environnement. Nous sommes d'ailleurs aujourd'hui le pionnier du numérique dans l'industrie des pompes.

Aussi, nous apportons une contribution importante à la protection du climat à travers notre stratégie de développement durable en collaboration avec nos partenaires.

De fabricant de produits à fournisseur de solutions



Chiffres clés Wilo en France

400 millions d'euros

Chiffre d'affaires

70 %

Produits du Groupe Wilo fabriqués en France

#2 Europe

Position de la France dans le Groupe Wilo.

80 %

Appels à la Hotline technique solutionnés en moins d'une heure.

Wilo France ECO-RESPONSABLE

★ ★ ★ ★ ★

Evaluation réalisée par BNP PARIBAS IMMOBILIER RESIDENTIEL sur la base des informations fournies par la société en 2020.

GOLD TOP 5 % 2021 ecovadis Sustainability Rating

Au cœur de nos engagements

→ **Wilo France SAS signataire de la Charte de la Diversité**

En adéquation avec sa philosophie d'entreprise, la Charte de la Diversité permet à Wilo France de confirmer son engagement en tant qu'employeur «responsable» dans la lutte contre toutes formes de discrimination (recrutement, formation et gestion des carrières). En signant cette Charte, Wilo s'engage pour une forte implication sociale et humaine et s'emploie à favoriser la diversité dans ses effectifs.

1 280

Collaborateurs

87/100

Index d'égalité

70 %

Managers recrutés en interne

Des pompes de remplacement adaptées aux nouvelles exigences ?

Demandez conseil à nos équipes prescription Wilo

L'utilisation pertinente de l'énergie et des ressources naturelles pour des raisons écologiques, et non plus uniquement économiques, prend une importance considérable dans tous les secteurs de vie.

L'aspect de la rentabilité est désormais pris en compte également dans l'utilisation des bâtiments. Ce principe implique de plus en plus l'utilisation de systèmes innovants équipés de composants parfaitement synchronisés.

Wilo propose les concepts nécessaires pour ces applications : que ce soit pour le chauffage ou la climatisation. Les produits et solutions système sont utilisés aussi bien pour les bâtiments résidentiels (maisons individuelles) que pour les bâtiments publics, les édifices industriels, les bureaux, les hôpitaux et les hôtels. Nous mettons également à votre disposition de nombreux outils de planification pratiques et des audits.

Prenez contact avec les équipes prescription Wilo

Scannez le QR code

Services Wilo

La Division Services Wilo assure une couverture nationale. Sesem, filiale services de Wilo France SAS, assure l'ensemble de nos prestations de service terrain. Notre Division Services en chiffres :

- Répond, via sa hotline technique **0 801 802 802,** à **15 000 appels** par an.
- Réalise l'expertise de **5 000 produits** par an.
- Réalise **15 000 visites de maintenance** par an.
- Forme **800 personnes** par an.

供水
回水
12

La distribution d'eau chaude et d'eau glacée

1 – La directive ErP

ErP (Energy Related Products) correspond aux produits « liés à l'énergie ». Cette directive, adoptée en 2009 par l'Union européenne, est une directive-cadre formulant les exigences relatives à la conception écologique des produits.

Dans des réglementations spécifiques, elle concerne également les circulateurs à rotor noyé (hors circulateurs pour l'eau chaude sanitaire), les moteurs électriques des pompes à moteur ventilé et les hydrauliques de pompes à moteur ventilé elles-mêmes.

2 technologies concernées avec des mesures d'exécution et des calendriers spécifiques :

Circulateur à rotor noyé

EEI (indice d'efficience énergétique)

→ Hydraulique optimisée

→ Variation électronique de vitesse

→ Moteur à haut rendement ECM monophasé

Réglement (CE) n°641/2009 de la commission du 22 juillet 2009

Pompes à moteur ventilé

IE moteur

+

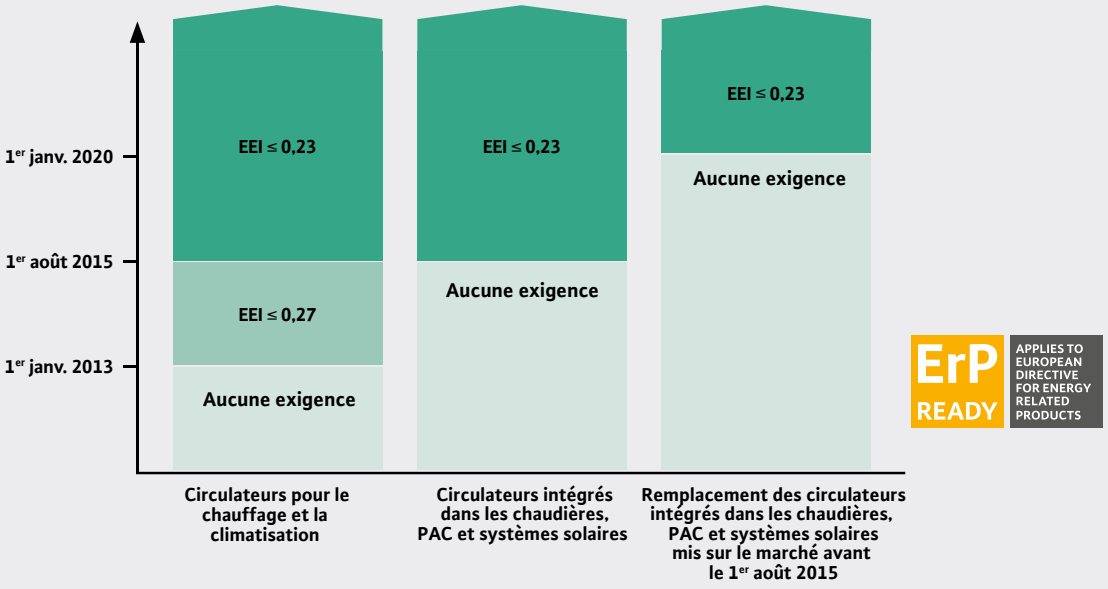
MEI hydraulique

Réglement (CE) n°640/2009 de la commission du 22 juillet 2009

Circulateurs à rotor noyé

La performance des pompes à rotor noyé est indiquée par l'indice d'efficacité énergétique (EEI).

La directive ErP pour les circulateurs à rotors noyés (règlementation (CE) 641/2009 et (EU) 622/2012) définit des valeurs limitées de plus en plus strictes. Avec Wilo, vous les respectez toutes en une seule étape.



EEI = indice énergie-efficacité selon le règlement (CE) 641/2009 et (UE) 622/2012 de la Commission Européenne (calculé en comparant les différentes puissances absorbées dans un profil de charge avec une pompe de référence à moyenne consommation)

Rendement : EEI pour rotor noyé – circulateur

L'indice EEI ou Indice d'Efficacité Energétique caractérise le rendement global du circulateur.
Au 1er janvier 2020, l'indice EEI doit être ≤ 0,23 pour tous les circulateurs à rotor noyé y compris ceux en remplacement des systèmes intégrés comme les chaudières, pompes à chaleur et systèmes solaires. Les circulateurs de bouclage ECS ne sont pas concernés par cet indice de rendement.

Circulateur Wilo Stratos-MAXO

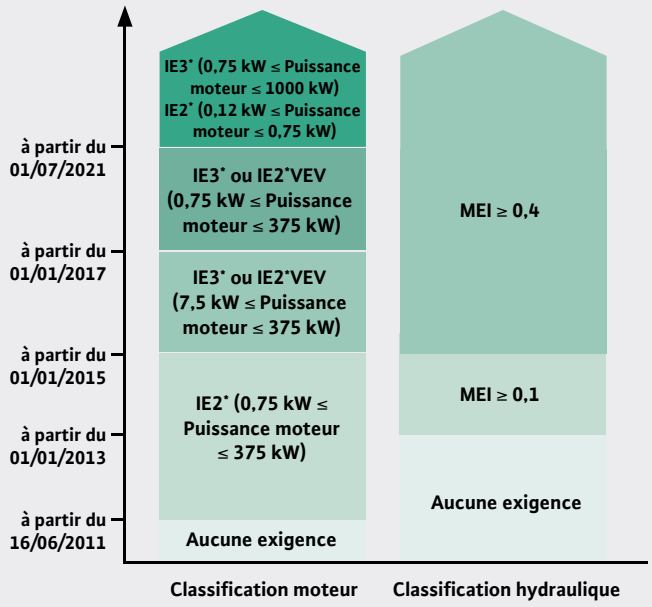
Le calcul de l'EEI est basé sur le principe de soumettre le circulateur à un profil de charge normalisé, adapté à sa puissance hydraulique maximale et de mesurer sa puissance consommée moyenne durant une saison de chauffe.

Les niveaux d'EEI ont été établis en tenant compte des technologies les plus performantes connues : hydraulique optimisée, variation électronique de vitesse, moteur électrique à haut rendement. Il est essentiel de réunir ces 3 paramètres pour répondre aux exigences légales.

Rotor noyé : le rotor du moteur est logé sur l'axe et baigne dans le fluide. L'eau lubrifie les paliers et refroidit le moteur

Pompes à moteur ventilé

La performance des pompes à moteur ventilé est indiquée par l'indice d'Efficacité Energétique des moteurs de pompes et l'indice d'efficience hydraulique minimum.



IE : International Efficiency – Indice d'efficience énergétique des moteurs de pompes. L'indice « IE2 » remplace l'ancienne désignation «EFF1».

MEI (Minimum Efficiency Index) : ce facteur est défini au point de meilleur rendement à partir de la vitesse, du débit et d'un coefficient « C » dépendant du type de pompe.

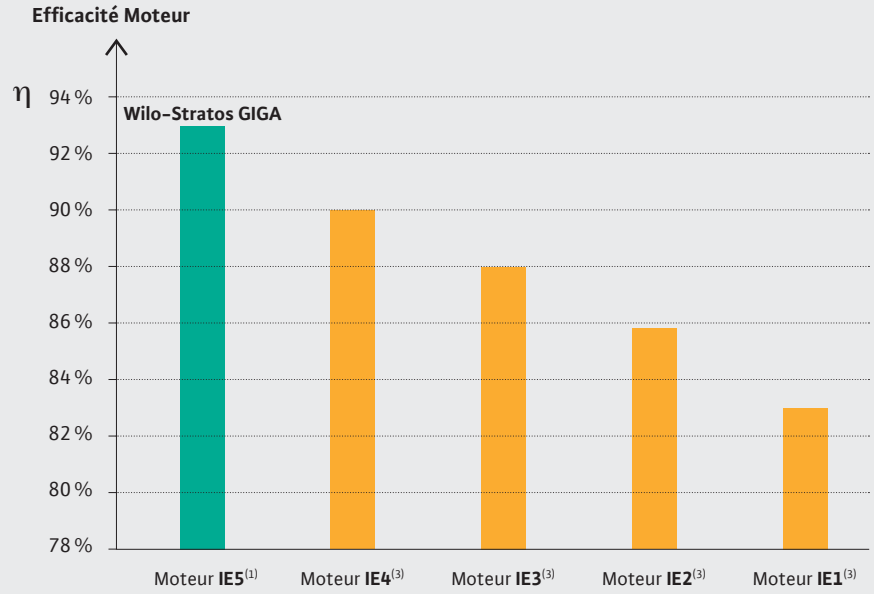
Rotor sec : les pompes à moteur ventilé sont utilisées pour le pompage de forts débits. Elles sont également mieux adaptées au pompage de l'eau de refroidissement et de fluides agressifs. À l'inverse des circulateurs à rotor noyé, le fluide n'entre pas en contact avec le moteur, d'où la dénomination moteur ventilé

Rendement moteur : IE pour rotor sec – pompe

La classification moteur IE reflète le rendement de celui-ci.
Les moteurs les plus efficaces affichent une classification moteur IE5.

Si la directive ErP (Energy related Products) autorise encore les moteurs de classe IE3, le passage à la classe IE5 moteurs synchrones à aimants permanents est recommandé dans les réseaux de distribution à débit variable.
Affichant des pertes deux fois plus faibles que celles des moteurs asynchrones, les moteurs synchrones à aimants permanents, quoique plus coûteux à l'achat, se révèlent plus économiques au bout de quelques mois d'utilisation.
Les moteurs IE5 synchrones à aimants permanents offrent aujourd'hui le meilleur rendement. Ces moteurs sont particulièrement adaptés au réseau de distribution à débit variable puisqu'ils conservent un rendement exceptionnel à faible charge comme l'indique le graphique ci-dessous en comparaison avec un moteur asynchrone

Rendements moteurs par classification



Wilo-Stratos GIGA au delà des exigences de la directive ErP

Le règlement (CE) N° 640/2009 de la commission du 22 juillet 2009, dans le cadre de la directive ErP impose le calendrier suivant pour les moteurs triphasés de pompes :

16 juin 2011
IE 2
(0,75 KW ≤ Puissance Moteur ≤ 375 KW)

1er juin 2015
IE 3 ou IE 2 + VEV(4)
(7,50 KW ≤ Puissance Moteur ≤ 375 KW)

1er janvier 2017
IE 3 ou IE 2 + VEV(4)
(0,75 KW ≤ Puissance Moteur ≤ 375 KW)

(1) Selon l'IEC 60034-30-2
(2) Electronic Commuted Motor
(3) 4 kW 2 pôles
(4) Variation Électronique de Vitesse

Rendement hydraulique : MEI pour rotor sec – pompe

L'indice de rendement minimal (MEI) reflète le rendement hydraulique de la pompe en tenant compte à la fois :
- → Du rendement en 3 points le long de la courbe caractéristique,
- → Du type de pompe et de sa vitesse de rotation,
- → Du rendement théoriquement atteignable en fonction des caractéristiques hydrauliques nominales.

Les pompes les plus efficaces affichent un indice de rendement minimal (MEI) ≥ 0,7.

L'indice de rendement minimal, c'est-à-dire le MEI, est la principale exigence de la réglementation Européenne Ecodesign.
- → Il est mesuré pour chaque modèle de pompe depuis le 1er Janvier 2015
- → Il doit être supérieur ou égal à 0,4
- → Il doit être affiché sur la plaque signalétique de la pompe.

REMARQUE : L'énergie perdue se dissipe en chaleur qui se répand dans le réseau, créant ainsi un échauffement du fluide caloporteur. Il faut y porter une attention particulière, notamment dans les réseaux d'eau glacée, froid urbains.

Pompe Wilo-Stratos GIGA2.0 avec moteur synchrone aimants permanent IE5 et rendement hydraulique MEI≥0,7.

2 – Principe de sélection d'une pompe

Dans les applications en génie climatique, on utilise essentiellement des pompes centrifuges. Une pompe centrifuge est constituée d'une ou plusieurs turbines tournant à l'intérieur d'un corps.

Une pompe est faite pour satisfaire un débit dans une installation. Cependant, un même débit sur différentes installations nécessitera une pression ou une HMT spécifique fournie par la pompe.

La courbe caractéristique d'une pompe est toujours une courbe débit / pression.

Débit d'une pompe

Le débit d'une pompe est la quantité de liquide qu'elle déplace par unité de temps.
Pour une pompe centrifuge donnée, le débit dépend :
→ de la résistance du circuit (pertes de charge liées à l'installation)
→ de la vitesse de rotation.
Les caractéristiques hydrauliques d'une pompe varient en fonction de ces deux paramètres.

Point de fonctionnement d'une pompe

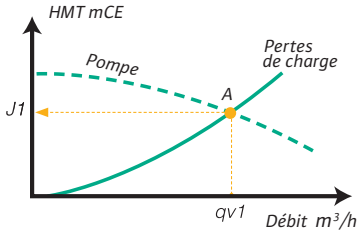
Chaque pompe se cale sur un point de fonctionnement qui correspondant à l'équilibre entre la pression donnée par la pompe et la perte de charge ou résistance du réseau.

Ce point est matérialisé par l'intersection de la courbe hydraulique de la pompe et de la courbe des pertes de charge du réseau, comme le montre le diagramme ci-contre.

La courbe caractéristique d'une pompe permet donc de connaître en son point A d'utilisation le débit qv1 et la pression J1 fournis par la pompe.

Pour une pompe centrifuge, une modification de sa courbe ne peut être obtenue que par la modification de la vitesse de rotation, du diamètre de roue et du nombre d'étages (pompe multicellulaire).

Dans une installation, une modification du point de fonctionnement ne peut être obtenue qu'en augmentant ou en diminuant la résistance du circuit (par exemple en ouvrant ou en fermant une vanne).



Le point de fonctionnement est toujours l'intersection de la courbe de la pompe et de la courbe de réseau.

Hauteur manométrique d'une pompe

La hauteur manométrique totale d'une pompe (HMT) correspond à l'augmentation énergétique du fluide entre son aspiration et son refoulement.

Cette énergie, fournie par la pompe, se traduit sous forme de pression différentielle.

C'est l'élément caractéristique d'une installation.

Dans un circuit dit hydrauliquement fermé aucune partie de l'installation n'est en contact avec l'atmosphère. Le fluide est recyclé en permanence. C'est en général le cas des installations de chauffage et de climatisation.

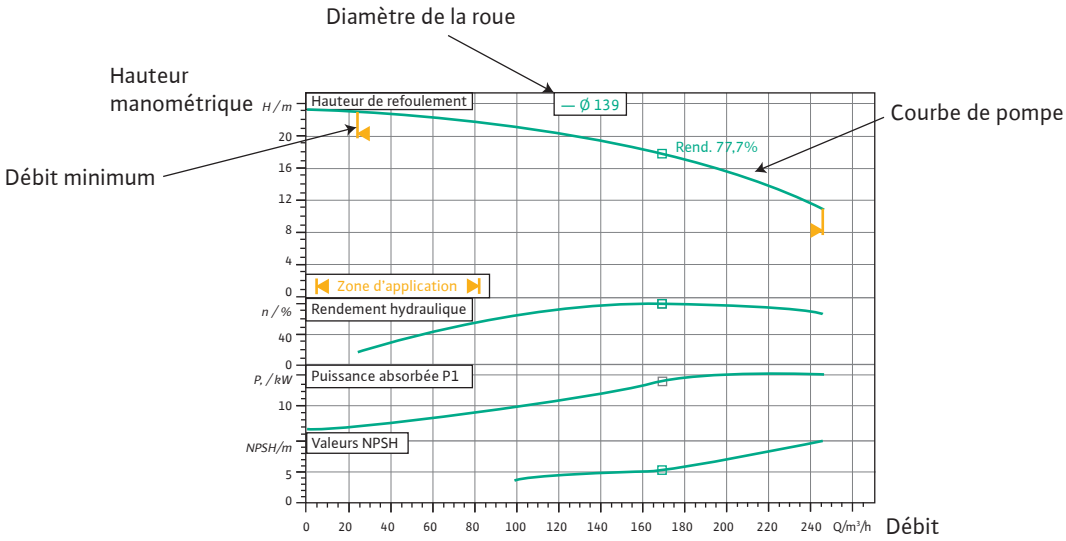
Compte tenu de l'incompressibilité des liquides, les circuits fermés exigent un dispositif d'expansion, abordé dans la 2ème partie de ce guide.

Dans un circuit fermé, la gravité et les hauteurs géométriques n'interviennent pas dans le calcul de la Hauteur Manométrique Totale (HMT) de la pompe. Toutes les colonnes d'eau montantes et descendantes se compensent naturellement.

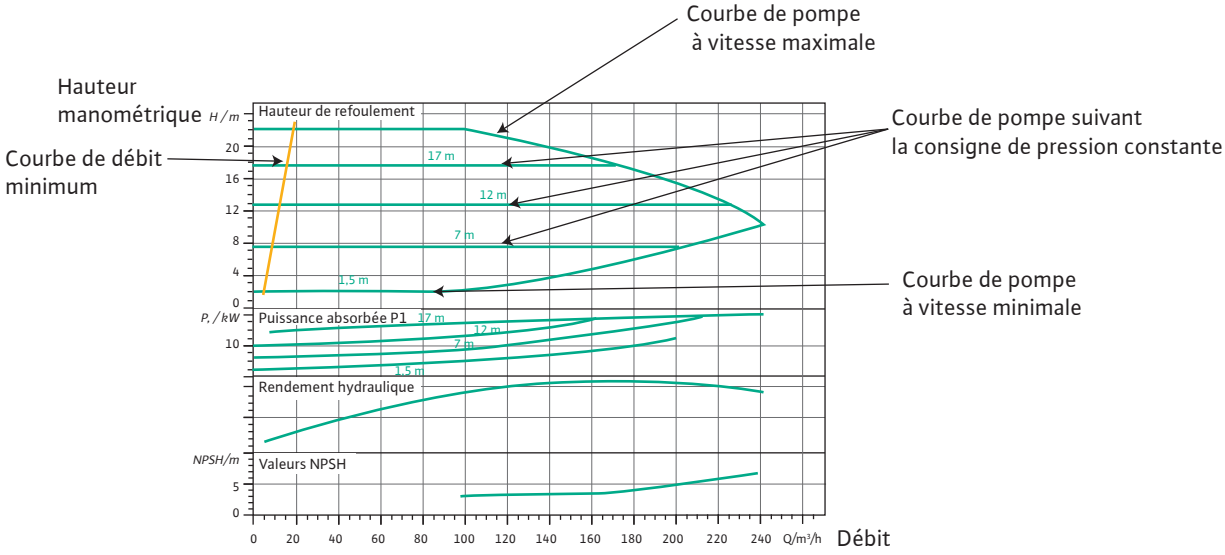
Dès qu'une pompe débite dans un circuit fermé, l'énergie qu'elle fournit (HMT) est par conséquent rigoureusement égale aux seules pertes de charge du circuit.

Lecture d'une courbe de pompe

Pompe à vitesse fixe



Pompe à vitesse variable

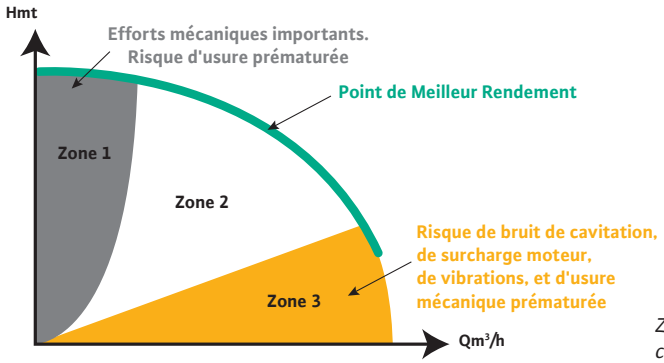


Pompe à vitesse fixe (réseau à débit constant)

Lorsque le débit est constant, le point de fonctionnement est fixe. La zone normale d'utilisation est la zone 2, c'est une zone dans laquelle :

– les efforts mécaniques sur les pièces de la pompe sont sains et équilibrés,

– le rendement énergétique global est bon, la courbe comporte un point particulier appelé point de meilleur rendement.



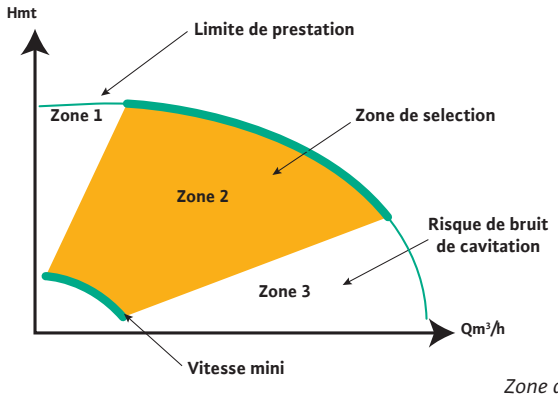
Zone de sélection sur courbe de pompe à vitesse fixe

Pompe à vitesse variable (réseau à débit variable)

Dans le cas d'une installation à débit variable, la résistance du réseau varie en fonction de l'ouverture et de la fermeture des vannes de régulation à 2 voies. La pompe ajuste sa vitesse sur la consigne de pression définie (Δp constant ou Δp variable).

A la différence d'une pompe à vitesse fixe, la zone normale d'utilisation se trouve à l'intérieur de l'aire définie par la zone 2. Le point de fonctionnement nominal (besoin maximal de l'installation) peut être choisi à l'extrémité droite de la zone 2 car celui-ci n'est atteint que 2 ou 3 jours dans l'année. Il offre ainsi à la pompe une amplitude de variation maximale permettant d'optimiser la consommation électrique de l'appareil notamment lorsque le débit est situé entre 10% et 50% du débit nominal.

La zone de meilleur rendement (2ème tiers de courbe) est ainsi atteinte sur une plus longue période. Le point nominal ne doit pas être sélectionné dans la zone 1 : la pompe ne varie pas ou peu et n'apporte aucun intérêt économique et technique.



Zone de sélection sur courbe de pompe à vitesse variable

NPSH et pression minimum d'aspiration d'une pompe dans un circuit fermé

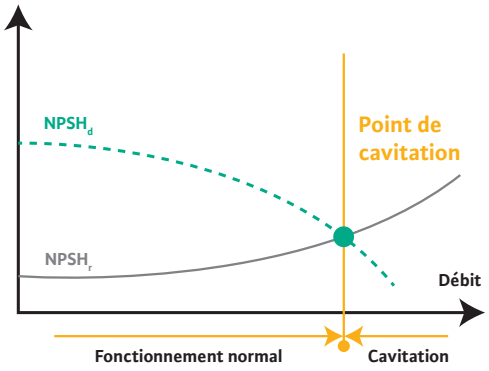
NPSH est l'abréviation de l'expression anglaise *Net-Positive-Suction-Head*, encore appelée hauteur d'aspiration nette positive ou hauteur totale de pression de retenue.

Afin de garantir le bon fonctionnement d'une pompe ou d'un circulateur en circuit fermé, il ne faut jamais que le fluide vaporise dans la roue, sous risque de cavitation.

On distingue le NPSH de l'installation, NPSH disponible (NPSHd [m]) et le NPSH de la pompe, NPSH requis (NPSHr [m]).

En comparant simplement les deux valeurs, NPSH disponible et NPSH requis, il est possible de déterminer si la pompe choisie pour l'installation concernée est adaptée ou non.

Pour qu'une pompe fonctionne sans caviter, on doit avoir la condition suivante :



Représentation du point de cavitation

Cette condition doit être remplie sur la totalité de la plage de fonctionnement admissible de la pompe.

La valeur du NPSHd > NPSHr
Marge de sécurité de + 0,5 à 1 m

Le NPSH de l'installation (NPSH disponible)

Le NPSH disponible équivaut à la réserve totale de pression au-dessus de la tension de vapeur du produit qui est disponible à la bride d'aspiration de la pompe. Cette notion résume en un terme toutes les données de l'installation qui ont une influence sur la pression d'aspiration de la pompe. Il suffit au constructeur de la pompe de connaître la valeur de NPSH disponible pour pouvoir garantir un fonctionnement irréprochable de la pompe.

Le NPSH de la pompe (NPSH requis)

Le NPSH requis d'une pompe, exprimé en mètres de liquide, indique la charge nette absolue minimum qui doit être assurée à l'entrée de la pompe pour un fonctionnement correct.

Le NPSH requis dépend seulement des caractéristiques de la pompe et non de celles de l'installation. Il est variable pour chaque pompe en fonction du débit et de la vitesse de rotation. De plus, il est toujours positif. Le NPSH requis est indépendant de la nature du fluide transféré.

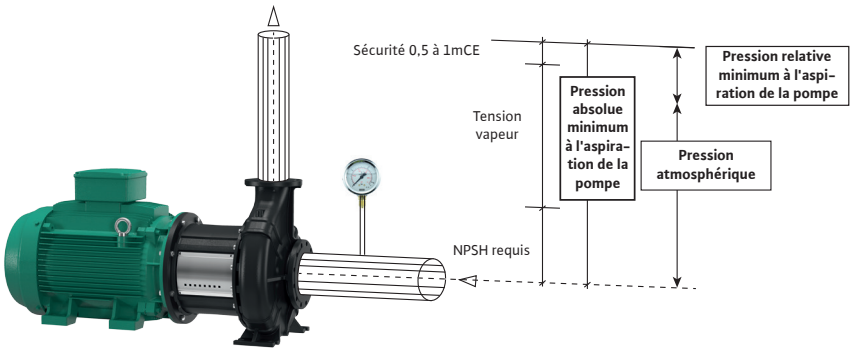
Les valeurs de NPSH requis mentionnées sur la courbe caractéristique de chaque pompe résultent de mesures effectuées avec de l'eau froide. Ces valeurs ont été obtenues sur un banc d'essai spécialement conçu à cet effet. Le NPSH requis donne une indication sur la possibilité d'aspiration de la pompe en un point précis de la courbe.

La capacité d'aspiration de la pompe est d'autant plus grande, que la valeur du NPSH requis est faible.

Grâce à une construction adaptée, on peut obtenir de faibles valeurs de NPSH requis. Ces valeurs jouent un rôle très important, notamment dans le cas de transfert de liquides proches du point d'ébullition.

Le NPSH requis, la tension de vapeur (tableau en annexe), la pression atmosphérique et une garde de sécurité permettent de définir la pression (au manomètre) minimum à l'aspiration de la pompe.

Approche simplifiée

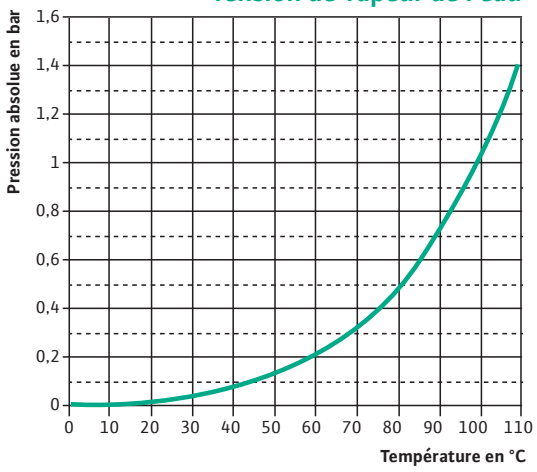


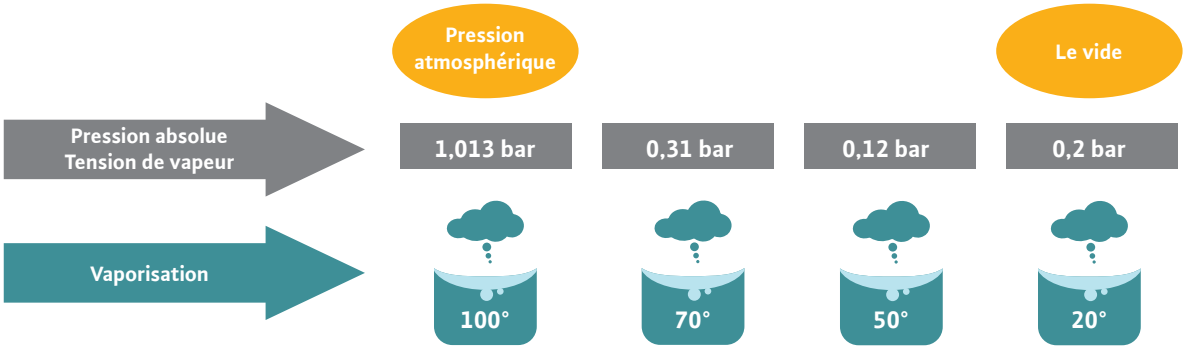
Détermination de la pression mini d'aspiration d'une pompe dans un circuit fermé à eau chaude

La tension de vapeur correspond à la pression absolue nécessaire à la surface de l'eau pour éviter qu'elle ne se vaporise.

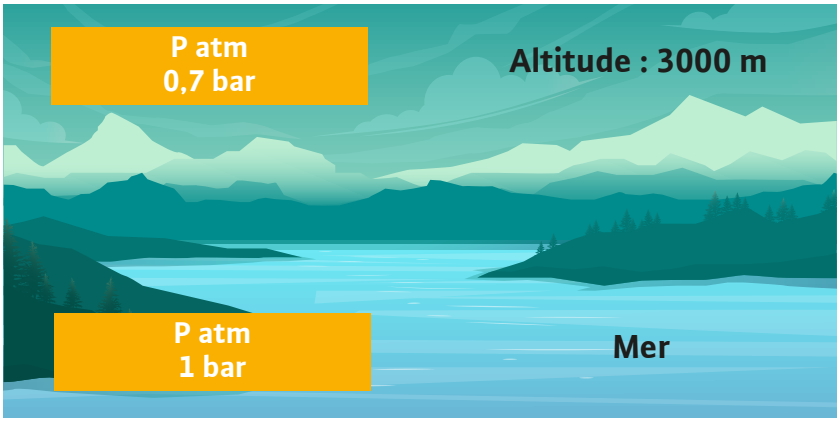
Si la pression absolue à la surface du liquide est inférieure à cette tension de vapeur, il en résulte une vaporisation immédiate donnant naissance à des « bulles » qui vont aller se résorber dans les zones de plus haute pression.

Tension de vapeur de l'eau





L'altitude est à prendre en compte dans la pression atmosphérique.

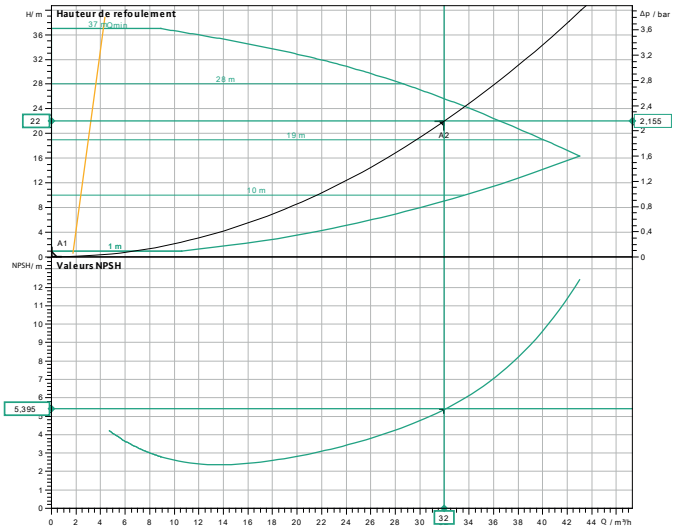


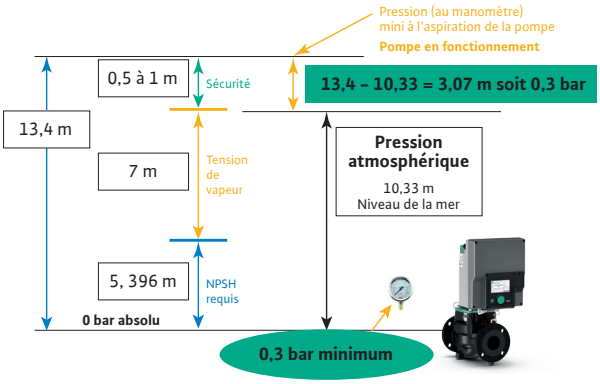
Altitude	Pression atmosphérique	
(en mètre)	(en bar)	(Equivalent mCE)
5000	0,541	5,52
4000	0,617	6,29
3500	0,658	6,71
3000	0,700	7,14
2500	0,746	7,61
2000	0,794	8,10
1500	0,845	8,62
1000	0,900	9,18
500	0,955	9,74
0	1,013	10,33

Nous considérons la sélection d'une pompe Wilo-Stratos-GIGA2.0-I 50/1-37/3,0 débitant 32 m³/h pour une consigne de pression de 22 mCE qui véhicule de l'eau chaude à 90°C sans additif. Le NPSH requis de cette pompe étant de 5,4 mCE, on peut déterminer les conditions limites d'utilisation.

La tension de vapeur de l'eau à 90°C équivaut à 0,7 bar absolus.

Dans ces conditions, la pression minimale d'aspiration de la pompe, lue au manomètre, devra être de 3,07 mètres de liquide, soit
0,3 bar (Installation au niveau de la mer).

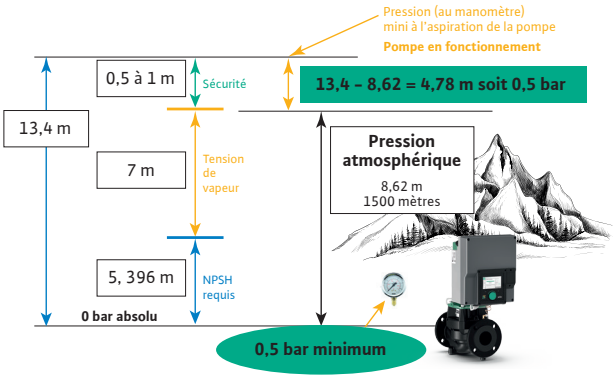




Correction liée à l'altitude

Supposons maintenant que la chaufferie est située à 1500 mètres d'altitude. Selon le tableau ci-dessus, la pression exercée par l'atmosphère sera de 8,62 mCE. Dans ces conditions, la pression à maintenir à l'aspiration lue au manomètre sera non plus de 0,3 bar mais de 0,5 bar.

D'une manière générale pour un réseau fermé sous pression d'une température inférieure à 90°C, il est vivement conseillé d'assurer une pression d'aspiration minimale d'1 bar au point de fonctionnement nominal de la pompe.



3 – Pompes dans les réseaux de chaleur et de froid urbains

Qu'est-ce qu'un réseau de chaleur et de froid ?

Un réseau de chaleur, ou réseau de chauffage urbain, est un système de distribution de chaleur produite de façon centralisée, permettant de desservir plusieurs consommateurs (immeubles collectifs, industriels, centres commerciaux, hôpitaux, ...). Il est principalement utilisé à des fins de chauffage et eau chaude sanitaire à l'échelle d'un quartier, d'une ville, d'une agglomération.

Il comprend une ou plusieurs unités de production de chaleur, un réseau de distribution primaire et un ensemble de sous-stations d'échange, à partir desquelles les bâtiments sont desservis par un réseau de distribution secondaire.

Tout réseau de chaleur comporte les trois principaux éléments suivants :

L'unité de production de chaleur qui peut être, par exemple, une usine d'incinération des ordures ménagères, une chaufferie alimentée par un combustible (fioul, gaz, bois...), une centrale de géothermie, ...

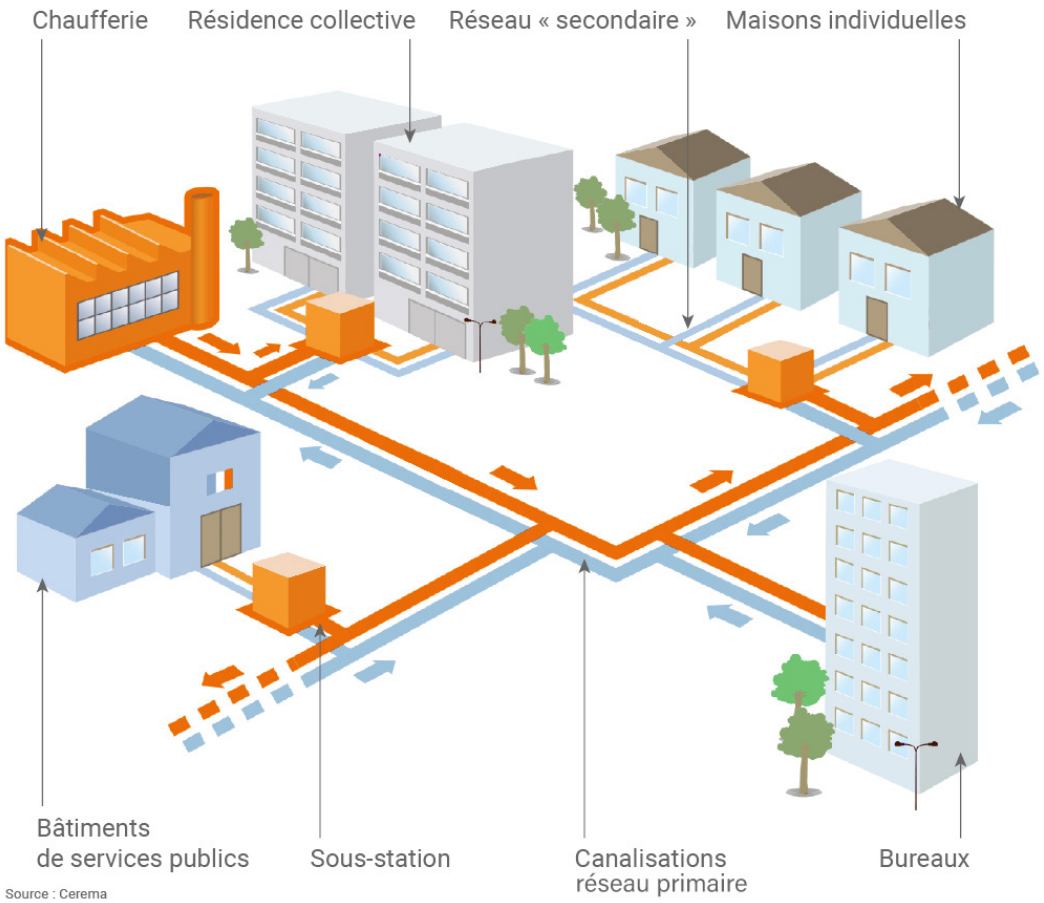
Le réseau de distribution primaire composé de canalisations isolées et enterrées sous la chaussée dans lesquelles la chaleur est transportée par un fluide caloporteur.

Les sous-stations d'échange, « en pied d'immeuble », permettent le transfert de chaleur par le biais d'un échangeur entre le réseau de distribution primaire et le réseau de distribution secondaire. Le réseau de distribution secondaire distribue la chaleur au sein du bâtiment, vers les radiateurs, modules thermiques d'appartement, ...

Le réseau de distribution secondaire ne fait pas partie du réseau de chaleur.

Un réseau de froid fonctionne comme un réseau de chaleur, mais inversé.

L'eau glacée est produite par une centrale frigorifique et distribuée par un réseau de distribution primaire et un ensemble de sous-stations d'échange, à partir desquelles les bâtiments sont desservis par un réseau de distribution secondaire.



Source : Cerema

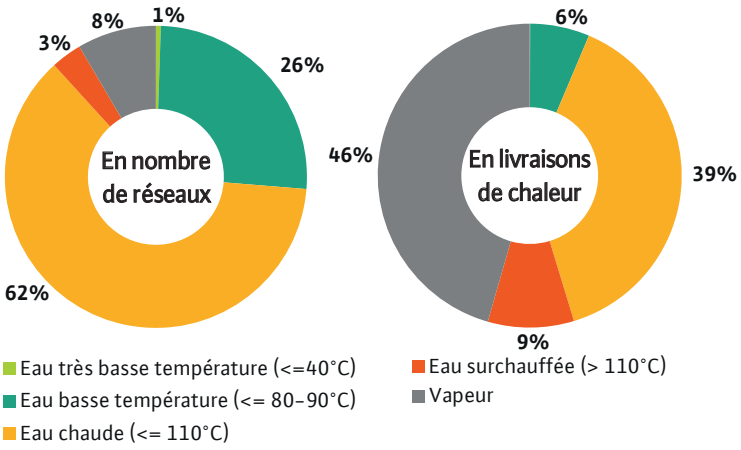
Schéma de fonctionnement d'un réseau de chaleur

Fluides caloporteurs et températures

En fonction des techniques mises en œuvre, la chaleur est transportée par un fluide caloporteur parmi lesquels, de l'eau très basse température ≤ 40°C, de l'eau basse température ≤ 90°C, de l'eau chaude ≤ 110°C, de l'eau surchauffée > 110°C ou encore de la vapeur.

La très grande majorité des réseaux de chaleur fonctionne avec de l'eau chaude et de l'eau basse température.

L'eau surchauffée et la vapeur, sont peu représentatives en nombre, mais importantes en matière de livraison de chaleur.



Le débit variable dans les réseaux de chauffage et de froid

Un réseau à débit variable est un réseau équipé d'organes de régulation tels que des vannes deux voies motorisées, robinets thermostatiques permettant de moduler le débit des terminaux en fonction des besoins.
La réduction du débit se fait ainsi par la fermeture des organes de régulation des terminaux.

Le débit variable présente de nombreux avantages :

- → Consommation électrique réduite des pompes
- → Temps de fonctionnement des moteurs plus faible, ce qui assure une plus grande fiabilité et durée de vie
- → Diminution du bruit dans les réseaux par la variation de vitesse des pompes
- → Une meilleure régulation
- → Augmentation du rendement des chaudières à condensation ou des groupes de froid
- → Diminution des déperditions de la tuyauterie.

Profil de charge

chauffage : profil de charge Blue Angel

Compte tenu des charges variables et afin de déterminer les consommations des circulateurs, un profil de charge moyen représentatif pour les circulateurs à travers l'Europe a été développé.

Dans la pratique, on utilise le profil de charge standardisé défini par Europump.

L'étude Europump « Classification of Circulators » a examiné les profils de charge des circulateurs et a défini le profil tel qu'il est utilisé dans le système Allemand d'étiquetage énergétique, « Blauer Engel » (Blue Angel).

Ce profil a été jugé valable pour tous les États membres de l'Union Européenne des 27.

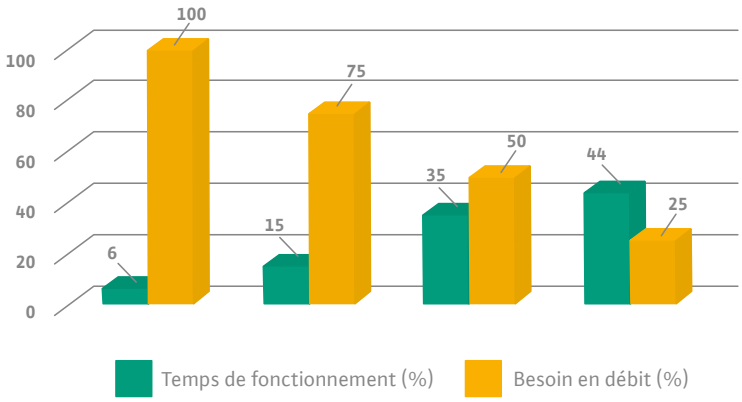
On suppose que le profil de distribution temporelle reste le même, indépendamment du nombre total d'heures de fonctionnement, des conditions climatiques ou de la puissance de chauffage.

Le profil de charge Blue Angel, commun à tous les constructeurs de pompe, permet d'identifier les besoins réels de puissance hydraulique en chauffage sur une année pour apporter les calories nécessaires au confort de vie dans un bâtiment.

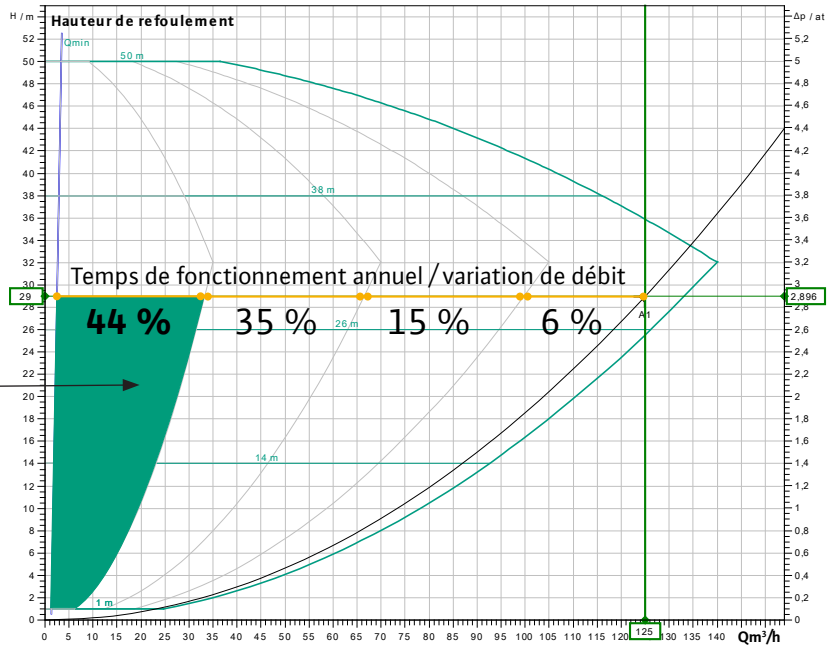
Le dimensionnement d'un circulateur ou d'une pompe est toujours réalisé pour répondre aux besoins calorifiques ou frigorifiques les plus extrêmes. Toutefois, **les besoins en puissance calorifique sont maximums (100%) seulement 6% de l'année alors que 44% de l'année, ils sont inférieurs à 25%.**

Ainsi, sur une sélection de 4 pompes en parallèle dont chacune d'elles couvre 25% du débit nominal, une seule pompe permet de couvrir 44% du temps de fonctionnement annuel.

Profil de charge d'une installation de chauffage



1 seule pompe en fonctionnement pour près de la moitier du temps de fonctionnement annuel



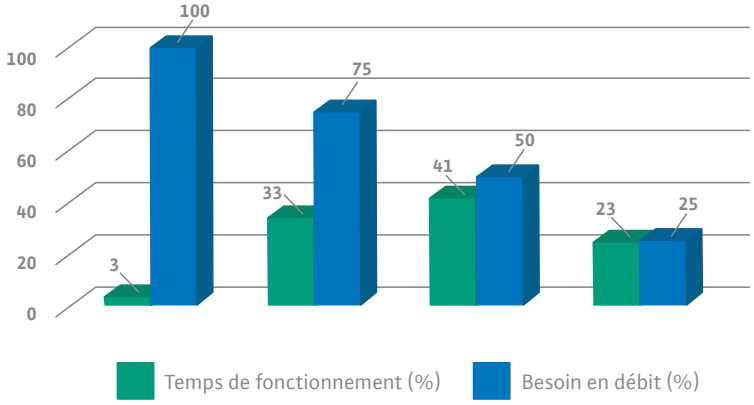
Eau glacée : profil de charge défini par l'ESEER

Au début des années 2000, Eurovent a adopté une méthode de détermination des ESEER (European Seasonal Energy Efficiency Ratio) pour les groupes de froid.

L'ESEER (European Seasonal Energy Efficiency Ratio) est un coefficient d'efficacité frigorifique saisonnier. Il part du principe que le groupe de froid fonctionne une certaine fraction de temps à charge partielle.

L'ESEER est la somme de quatre valeurs basées sur un EER (Energy Efficiency Ratio) à puissance partielle.

Profil de charge d'une installation d'eau glacée



Relation puissance émise et débit

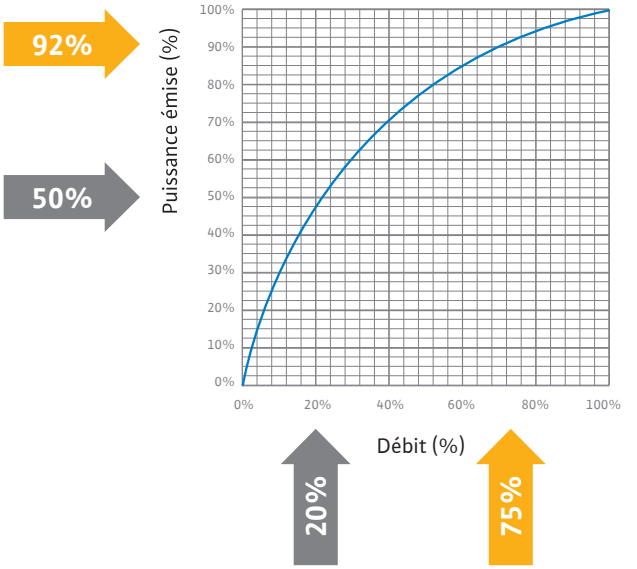
La puissance calorifique émise par un corps de chauffe donné dépend :
- → de la température de l'eau l'alimentant,
- → de son débit d'irrigation,
- → de la température ambiante.

La puissance d'un émetteur varie en fonction de son débit.

Si le débit dans l'échangeur est abaissé à 75% de son débit nominal, on diminue de 8% la puissance émise.
Si le débit dans l'échangeur est abaissé à 20% de son débit nominal, on diminue de 50% la puissance émise.

Sur un besoin à puissance nominale, si 92% de la puissance est émise, soit une diminution de la puissance émise de 8%, la perte de température ambiante ne sera que de 1°C.

Puissance émise par un échangeur en fonction de son débit d'eau :



Association pompes VEV et vannes d'équilibrage automatique

Grâce au contrôle de la pression différentielle entre les points A et B le couple échangeur/vanne de régulation est indépendant de toute variation de pression en amont de ces points. L'ouverture ou la fermeture d'autres échangeurs sur ce même réseau sont possibles sans perturber le fonctionnement.
En installant un régulateur de pression différentielle associé à une vanne d'équilibrage, la différence de pression entre les points A et B est maintenue constante. Ainsi, il est aisé d'obtenir une autorité de la vanne de régulation à 2 voies proche de 0,50.

Une pompe à vitesse variable adapte sa vitesse en fonction des besoins de l'installation (ouverture, fermeture de vannes deux voies) tout en maintenant une pression constante à ses bornes. Avec une régulation en pression (Δp) la pompe limite les interactions entre les différentes sous-stations et optimisera le fonctionnement des vannes deux voies.

Quant aux vannes d'équilibrage automatique, elles n'ont pas d'action directe sur le débit. Elles ne font qu'accompagner la fermeture des vannes 2 voies de régulation pour leur assurer un fonctionnement parfait et une autorité de régulation idéale.

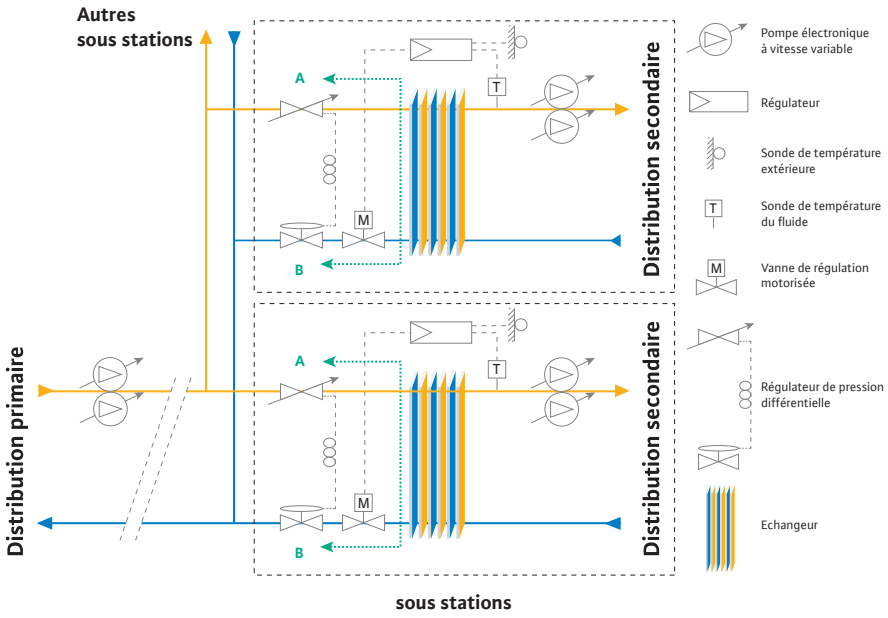
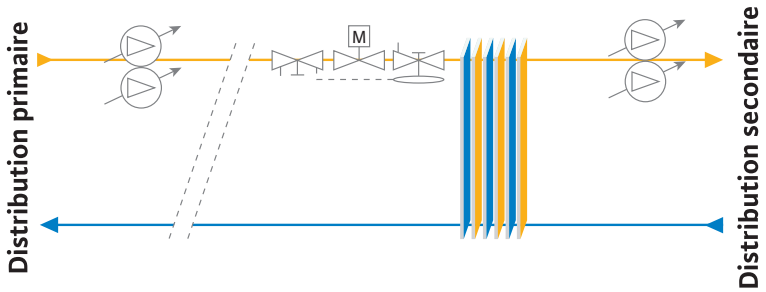


Schéma simplifié de sous-stations de réseau de chaleur avec système de régulation de la température et vanne d'équilibrage à pression différentielle constante.

Autrement dit, la pompe agit de manière centralisée alors que les vannes d'équilibrage automatiques agissent de manière décentralisée. **Ces deux équipements sont parfaitement complémentaires.**



Variante : régulation de Δp et vanne de régulation combinés.

Solution de pompage adaptée au réseau de distribution à débit variable

Par leur consommation électrique et leur fonctionnement permanent, le choix des pompes est un élément essentiel d'un réseau de chaleur et/ou de froid urbain. En effet leur consommation électrique représente une part prépondérante des dépenses de fonctionnement.

Nous estimons qu'environ 70% de la consommation électrique totale d'un réseau de chaleur provient des pompes et que 1 MWh électrique consommé correspond à une production de 30 à 35 MWh de chaleur en sortie de chaufferie biomasse avec relève gaz ou fioul*.

Le choix se porte naturellement vers des pompes à vitesse variable, afin de s'adapter à la demande réelle des consommateurs tout en optimisant la consommation énergétique.

Le fonctionnement sur un principe de plusieurs pompes en parallèle est à privilégier sur un réseau de chaleur.

Le fonctionnement sur un principe de 4 pompes sans secours (4+0) de classification IE5 est particulièrement pertinent : chaque pompe couvre 25% du débit maximal. Ainsi, trois pompes en fonctionnement qui couvrent au total 75% du débit, correspond à plus de 90% de puissance émise comme décrit précédemment.

Cette solution offre la meilleure réponse à la distribution des réseaux à débit variable :

- → Gestion du débit minimum
- → Optimisation de la consommation électrique des pompes, coût de pompage
- → Réduction du coût de maintenance
- → Réduction de l'encombrement.

1 MWh
éléctrique consommé pour :

30 MWh
de chaleur en sortie de chaufferie

70 %
de la consommation électrique d'un réseau de chaleur provient des pompes

**Etude réalisée sur un panel de 15 réseaux de chaleur en 2019 et 2020 sur la Région Occitanie*

Exemple

Comparatif de consommation annuelle entre un fonctionnement de cascade de pompe et un fonctionnement de pompe normal/secours sur un temps de fonctionnement annuel de 6000 h réparti sur le profil de charge Blue Angel :

- → Réseau de chaleur d'une puissance nominale de: 2,3MW
- → Delta T : 20K
- → Besoin débit / HMT: 100m³/h à 25mCe.

Matériel	Fonctionnement	Parallèle	Normal / Secours
	Nombre de pompes	4 + 0	1 + 1
	Pompes	Stratos GIGA 50/1-33/2,6	Stratos GIGA 80/2-31/11
	Classification moteur	IE5	IE5
	Puissance moteurs	2,6 kW	11 kW
Consommation annuelle (kWh)		28 170	31 310

Panoplie de 3 pompes électroniques Wilo-Stratos- GIGA en parallèle

Wilo propose avec la gamme Wilo-SiFlux une panoplie complète « skid », entièrement montée et câblée, prêts à être raccordés hydrauliquement et électriquement.

Sélection des pompes dans les réseaux de chaleur et de froid.

Technologie de pompes utilisées en réseau de chaleur et de froid

Circulateurs

Ces pompes centrifuges, sont dites à rotor noyé et assurent un fonctionnement très silencieux.

Le fluide pompé assure le refroidissement du moteur ainsi que la lubrification des paliers.

Les brides d'aspiration et de refoulement sont dans le même axe et de mêmes diamètres.

Ces pompes de conception « in line » disposent de brides d'aspiration et de refoulement dans le même axe et de mêmes diamètres.
Selon le modèle, elles peuvent être raccordées directement sur la tuyauterie.

Elles sont destinées principalement aux circuits de distribution d'eau chaude et d'eau glacée de petit et moyen débits. Ces pompes équipent en général les sous-stations.

Pour répondre aux exigences de la directive ErP (Energy related Products), depuis le 1er janvier 2013, les circulateurs de chauffage et d'eau glacée doivent disposer d'une hydraulique optimisée, d'un variateur électronique de vitesse et d'un moteur à haut rendement ECM monophasé.

La performance énergétique des pompes à rotor noyé est indiquée par l'indice d'efficacité énergétique (EEI).

Lancé en 2019, le circulateur Wilo-Stratos MAXO marque l'arrivée dans une nouvelle ère : la génération des SMART circulateurs.

Affichant des performances au-delà de la directive ErP avec un indicateur de rendement EEI jusqu'à 0,17, le Wilo-Stratos MAXO est équipé d'un moteur synchrone à commutation électronique ECM, d'une hydraulique à haut rendement et d'un variateur de vitesse.

Wilo-Stratos MAXO-Z

Certifié ACS

Wilo-Stratos MAXO-R7

Wilo-Stratos MAXO-D

Wilo-Yonos MAXO

Wilo-Yonos MAXO-D

Son large écran haute définition de 4,3'' permet une lecture simple et rapide de l'ensemble des données hydrauliques telles que le débit, la hauteur manométrique, la température du fluide, la vitesse de rotation, le comptage thermique, ainsi que l'ensemble des données électriques. Une aide intégrée au paramétrage rend le réglage de l'installation optimal et accessible à tous.

Le circulateur propose des modes de régulation adaptés aux exigences de chaque installation, tels que Δp constant, Δp variable avec réglage de la pente, ΔT constant, débit constant, vitesse constante ou encore température constante, particulièrement intéressante en bouclage ECS. Le mode Dynamic Adapt Plus permet une adaptation et une optimisation des performances du circulateur sur les réseaux à débit variable.

Le circulateur propose également un mode comptage d'énergie thermique et une gestion efficiente des débits avec le réglage d'un débit minimum, d'un débit maximum et d'une fonction d'arrêt sur débit nul.

Pompes de types centrifuges monocellulaires en ligne ou monobloc « normalisées » EN 733, à moteur ventilé

Ces pompes sont dites à rotor sec dont le moteur est refroidi par l'air.
Les pompes de conception « in line » disposent de brides d'aspiration et de refoulement dans le même axe et de mêmes diamètres.
En fonction du modèle, elles peuvent être raccordées directement sur la tuyauterie. A défaut, elles sont à fixer sur un massif en béton ou un supportage dédié.

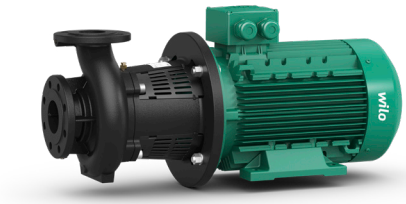
Les pompes de conception « monobloc » normalisées EN 733 disposent d'une aspiration horizontale et d'un refoulement vertical. Leur diamètre d'aspiration est plus grand que celui du refoulement.
Elles sont à fixer sur un massif en béton.
La normalisation des pompes a pour principal objectif l'harmonisation des dimensions des produits réalisés par différents industriels. Ces pompes sont ainsi réalisées selon des normes (EN 733, DIN 24255), ce qui en facilite la maintenance et le remplacement.

Les pompes in-line et monobloc sont adaptées aux circuits de distribution d'eau chaude et d'eau glacée de fort débit.
Ces pompes à usages multiples sont avant tout destinées à la circulation et l'alimentation d'eau chaude ou d'eau glacée.
Associées à des variateurs de vitesse, elles sont particulièrement adaptées à la distribution à débit variable.
Les pompes monocellulaires monobloc disposent d'une conception plus compacte avec une aspiration axiale et un refoulement vertical (off-line).
La performance énergétique des pompes à moteur ventilé est indiquée par l'indice d'efficience énergétique des moteurs de pompes (IE) et l'indice d'efficience hydraulique minimum (MEI)

Wilo-Stratos GIGA 2.0

Wilo-Stratos GIGA-B

Wilo-Veroline IPL



Wilo-Cronobloc BL

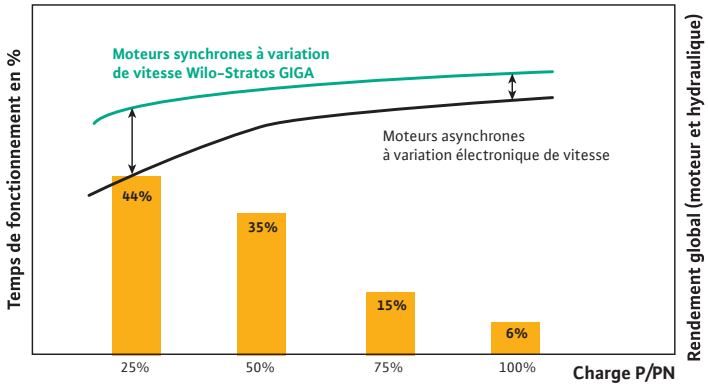
La gamme de pompes Wilo-Stratos-GIGA est la plus adaptée aux réseaux de distribution à débit variable :

- Moteur à aimant permanent synchrone IE5 avec un excellent rendement qu'elle conserve à charge partielle en comparaison à un moteur asynchrone
- Indice de rendement minimal MEI ≥ 0,7
- Moteur sur-ventilé permettant de descendre en basse fréquence
- Consommation électrique plus faible
- Débit minimum plus faible
- Anticipation des futures réglementations
- Excellent rendement hydraulique limitant l'échauffement de l'eau pompée

Dans sa version Wilo-Stratos-GIGA2.0, des des fonctionnalités et modes de régulation similaires au Wilo-Stratos-MAXO sont proposées.

Wilo-Stratos GIGA 2.0-D

Comparaison des puissances globales consommées



Profil Blue Angel – 6000 h / an. Comparaison entre Wilo-Stratos GIGA et une pompe asynchrone à variation de vitesse de courbe hydraulique équivalente

Ces pompes à rotor sec sont spécifiquement étudiées pour un usage intensif, elles sont conçues selon la norme de dimensions EN-733 et la norme de construction ISO 5199 (réduction des vibrations et allongement de la durée de vie des garnitures mécaniques et des roulements). Les roulements sont surdimensionnés et graissés à vie.

Ces pompes disposent d'une aspiration horizontale (axial) et d'un refoulement vertical (radial). Leur diamètre d'aspiration est plus grand que celui du refoulement. Le montage avec accouplement à « spacer »facilite les interventions de maintenance car il permet le démontage du mobile sans débrider le corps de pompe ni déplacer le moteur.

Chez Wilo, la gamme standard est montée sur un châssis rigide en fonte pour assurer une meilleure rigidité de l'ensemble et est à fixer sur un massif en béton.
La normalisation des pompes a pour principal objectif l'harmonisation des dimensions des produits réalisés par différents industriels. Ces pompes sont ainsi réalisées selon des normes (EN 733, DIN 24255), ce qui en facilite la maintenance et le remplacement.

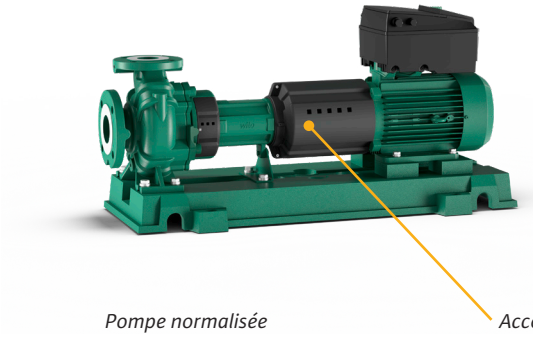
La plage de fonctionnement optimale de ces pompes est donnée par la règle 0,7-1,1 qui correspond à un fonctionnement optimal entre 70% et 110% de débit par rapport au meilleur point de rendement.

Elle garantit :

- → un minimum d'efforts axiaux et radiaux sur l'hydraulique de pompe,
- → un minimum de vibrations et de bruits hydrauliques,
- → une valeur de NPSH requis optimale.

Cette plage de fonctionnement assure une durée de vie accrue de la pompe.
La limite de fonctionnement minimale détermine le débit minimum nécessaire pour une bonne lubrification de la garniture mécanique.
La limite de fonctionnement maximale détermine le débit maximum au-delà duquel la puissance hydraulique sera supérieure à la puissance nominale du moteur (risque de surcharge moteur).

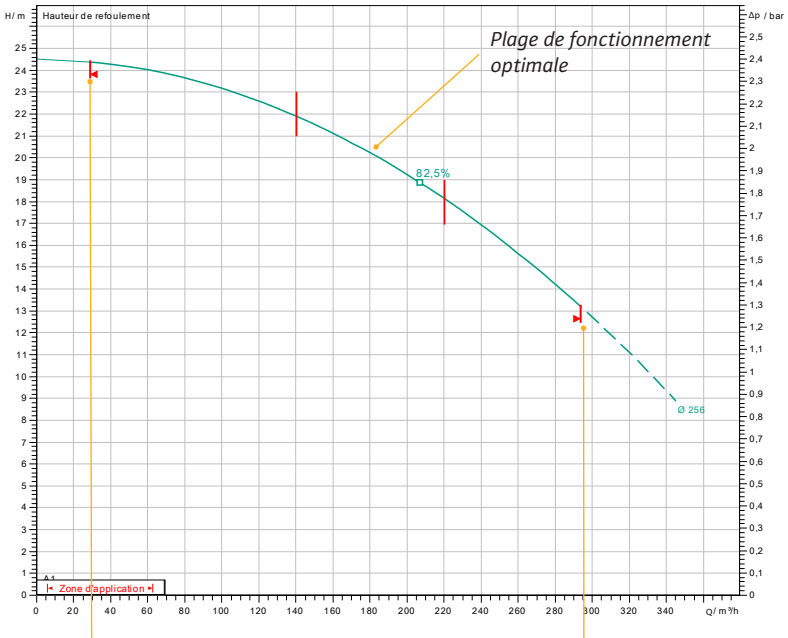
Dans un réseau à débit variable, le débit est inférieur à 25% du débit nominal, pendant 44% du temps du fonctionnement annuel . Il est donc recommandé de passer sur des pompes de type centrifuge monocellulaire en ligne ou monobloc « normalisée » EN 733, à moteur ventilé.
D'autres conceptions de pompes centrifuges existent, telles que les pompes monocellulaire auto-refroidies pour l'eau chaude sous pression jusqu'à 210°C, les pompes à plan de joint ou encore les pompes multicellulaires.



Pompe normalisée Wilo-Yonos GIGA-N

Accomplement à spacer démontable

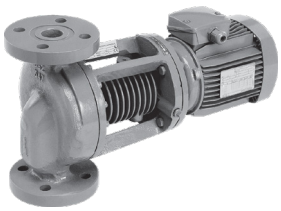
Pompe normalisée Wilo-Atmos GIGA-N



Limite de fonctionnement débit continu minimal

Limite de fonctionnement débit continu maximal

Pompe à plan de joint Wilo-SCP



Pompe eau surchauffée Wilo-VeroLine-IPH-W

Gestion du débit minimum des pompes

Une pompe peut être endommagée par une élévation de la température dans le corps de pompe.
L'accumulation d'énergie génère de la chaleur pouvant endommager l'arbre, la roue et la garniture mécanique.
Il convient de s'assurer que le débit ne descend pas en dessous du débit volumique minimal Qmin.

Synthèse en approche simplifiée permettant de couvrir l'ensemble de la courbe de performance d'une pompe

Smart Circulateur Wilo-Stratos-MAXO	Pompe In-line	Pompe monobloc	Pompe à alignement d'arbre
Sans contrainte*	10%	10%	30%

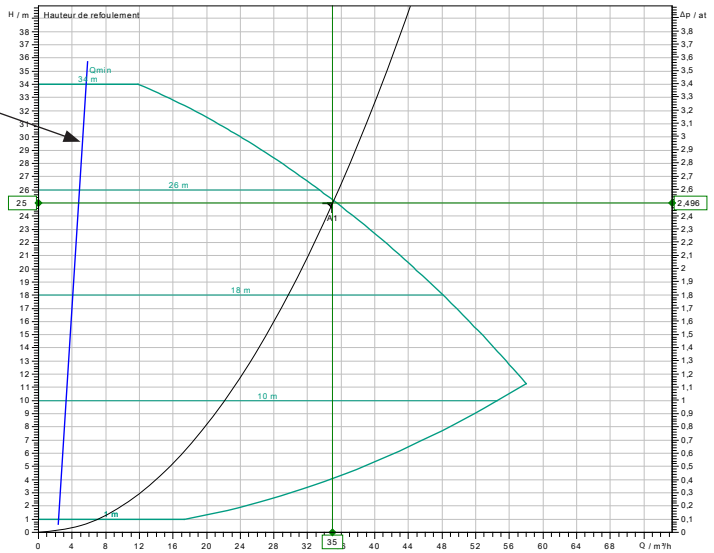
*avec utilisation de la fonction No-Flow Stop

Le débit minimal peut être assuré soit par un bipasse passif ou un bipasse actif tout en étant attentif à la compatibilité des débits et au dimensionnement. Son installation en bout de réseau est recommandé.
Le débit minimal doit être ajusté correctement pour éviter une augmentation inutile des coûts de pompage.

	Coût d'achat	Sur-débit	Réhausse température	Facilité de réglage	Précision
Bipasse fixe avec vanne d'équilibrage	€	✓	✓	+++	+++
Bipasse fixe avec vanne de décharge	€		✓	+	+
Vanne 3 voies diviseuse	€€		✓	++	++
Bipasse avec vanne motorisée	€€€		✓	+++	+++

Pour une valeur plus précise, le débit minimum d'une pompe dépend de sa courbe caractéristique maximale.
Pour une pompe de type centrifuge monocellulaire en ligne ou monobloc « normalisée » EN 733, à moteur ventilé, le débit minimum requis se détermine par la formule suivante :
Qmin = 10% X Qmax pompe X (Vitesse de rotation au point de consigne/ Vitesse de rotation max).
Les valeurs de débits minimums sont indiquées par Wilo dans les courbes de pompe.

Courbe de débit minimum



De manière générale et afin d'assurer un bon refroidissement du moteur, il est recommandé de ne pas descendre au-dessous de 20 Hz.
Toutefois, la gamme de pompes Wilo-Stratos-GIGA permet de descendre jusqu'à près de 10 Hz grâce à un ventilateur surdimensionné et une gestion du flux d'air par capotage.

Une répartition du débit sur plusieurs pompes en parallèle, permet de réduire le débit minimum

Modes de régulation

L'ensembles des pompes électroniques Wilo disposent de convertisseurs de fréquence intégrés permettant d'ajuster la vitesse de la pompe en fonction du mode de régulation choisi :

- → sur une consigne de ΔP constant ou un ΔP variable,
- → sur une consigne de vitesse constante,
- → sur une consigne de ΔP ou de vitesse en fonction d'un signal analogique externe (0/10V, PT1000, ...)

Pour les applications de plus de deux pompes en parallèle, il est nécessaire de prévoir un automate qui pilotera les pompes avec un signal analogique externe.

Les pompes à vitesse fixe peuvent être associées à des convertisseurs de fréquence « déportés » qui offrent les mêmes modes de régulation.

Régulation Δp-constant

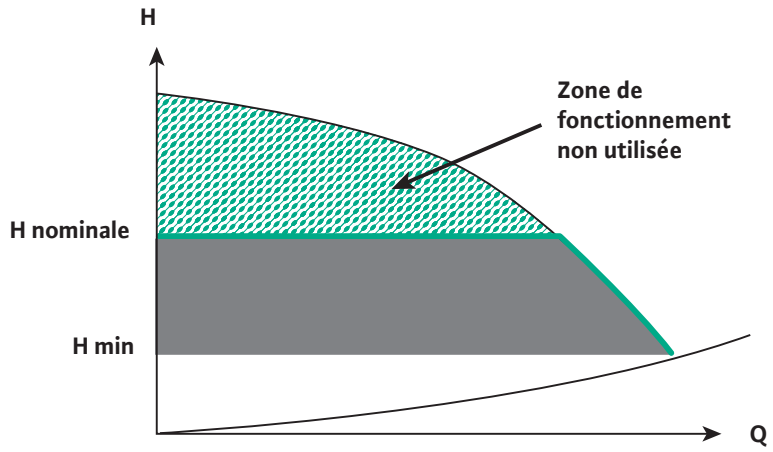
La régulation Δp-constant permet de maintenir une pression différentielle constante entre l'aspiration et le refoulement de la pompe et ce quelle que soit l'évolution du débit et donc des pertes de charges du réseau.

Ce mode de régulation permet d'assurer une pression toujours suffisante pour l'irrigation de tous les circuits, quelles que soient les variations des pertes de charge.

Il permet également d'assurer une stabilité de fonctionnement et de limiter l'interactivité entre les différents réseaux.

La régulation Δp-constant est celle à retenir lorsque les pertes de charges se localisent essentiellement dans les éléments terminaux.

Fonctionnement en Δp-constant



Régulation Δp-variable

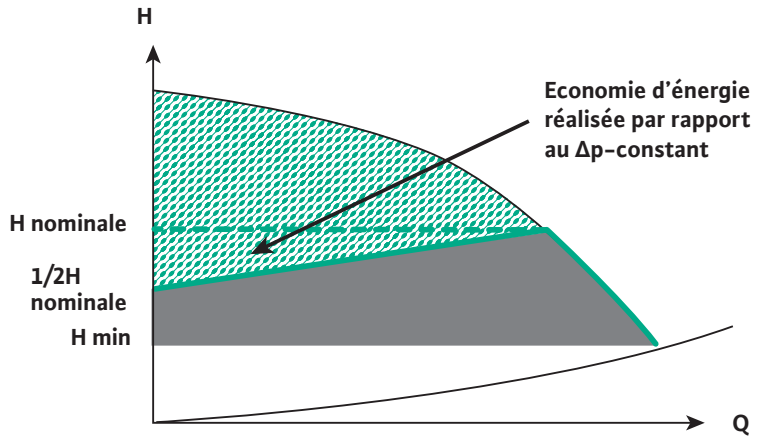
La régulation Δp-variable permet de réguler la hauteur manométrique d'une pompe proportionnellement au débit.

En régulation Δp-variable la pression différentielle entre l'aspiration et le refoulement de la pompe varie entre le point de consigne H et H/2. Celle-ci dépend de l'évolution des pertes de charges du réseau.

La régulation Δp-variable est celle à retenir lorsque les pertes de charges se localisent essentiellement dans les tuyauteries. La pompe doit être parfaitement définie et l'installation correctement équilibrée.

Dans une application de réseau de chaleur, ce mode de régulation est à étudier sur le plan thermique. Dans un cas extrême, si certains émetteurs sont en demande maximale et que d'autres ne le sont pas, la pression fournit par la pompe peut être insuffisante pour satisfaire le besoin des émetteurs les plus défavorisés.

Fonctionnement en Δp-variable



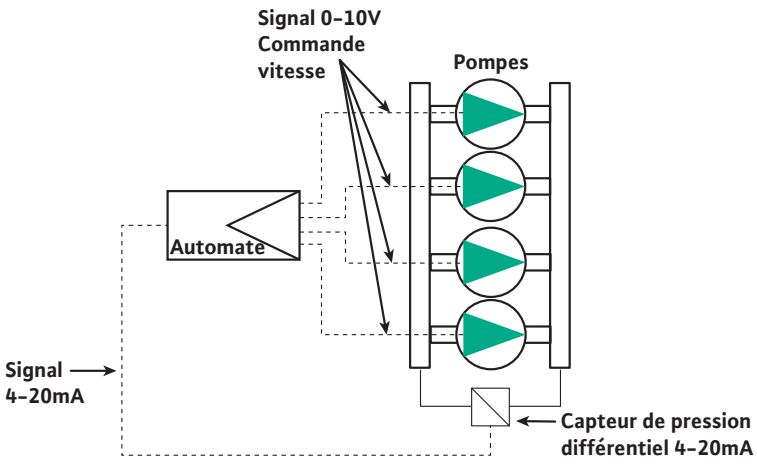
Les modes de régulation sur consigne de pression sont à privilégier sur les réseaux à débit variable

Régulation Δp en marche parallèle

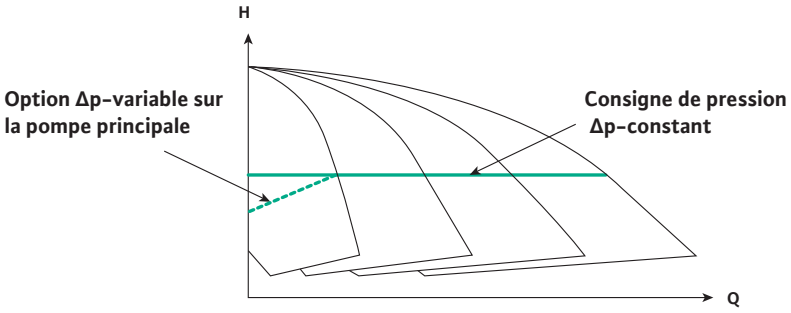
Dans une configuration de plusieurs pompes en parallèle, lorsque les pertes de charges se localisent essentiellement dans les tuyauteries, il est admissible de faire fonctionner la pompe principale en Δp-variable pour permettre de réaliser :

- → Une économie d'énergie électrique de pompage.
- → Une réduction de la pression aux émetteurs et vannes de régulation, qui permet une meilleure stabilité de ces vannes et une réduction sonore.

Dans le cas de plusieurs pompes en parallèle, la gestion de la cascade et de la vitesse des pompes est faite au travers d'un coffret de commande associé à un capteur de pression différentielle pour permettre une régulation en ΔP, suivant le schéma suivant.



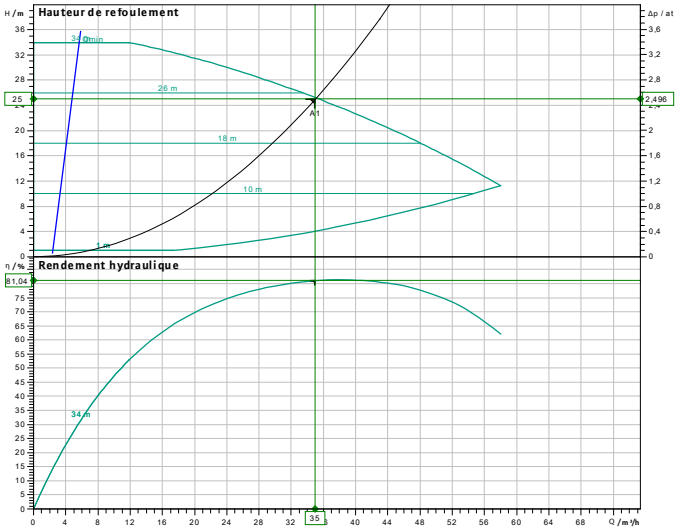
Le réglage de la consigne n'est pas géré sur la pompe mais à distance via un automate (GTC) par exemple.
L'automate compare la consigne et la mesure du capteur puis agit directement sur la vitesse d'une ou plusieurs pompes afin de maintenir la consigne et de répondre aux besoins de l'installation.
Dans certains cas, la consigne de l'automate peut-être envoyée et modifiée à distance via un signal analogique externe, généralement en 4/20mA.



Dans une distribution à débit variable assurée avec plusieurs pompes en parallèle :
Si le besoin peut être couvert par une seule pompe, il est préférable de la faire fonctionner à 100%, plutôt que de couvrir le besoin avec plusieurs pompes variées.

- → Si le débit est couvert par une seule pompe : variation de la pompe principale de 10 à 100% de son débit .
- → Si le débit n'est plus couvert par une seule pompe : pompe principale à 100% + variation de la pompe d'appoint n°1.
- → Si le débit n'est plus couvert par deux pompes : pompe principale et pompe d'appoint n°1 à 100% + variation de la pompe d'appoint n°2.
- → Si le débit n'est plus couvert par trois pompes : pompe principale et pompes d'appoint n°1 et 2 à 100% + variation de la pompe d'appoint n°3.

La permutation cyclique des pompes permet un équilibre des temps de fonctionnement.



Courbe représentative du rendement hydraulique.

La plage de meilleur rendement hydraulique d'une pompe étant situé dans la zone de haut débit, on comprend pourquoi ce fonctionnement est le plus pertinent.

Pour une meilleure plage de régulation de vitesse, le choix de courbes pentues est à privilégier.

Exemple : 4 pompes Wilo-Stratos GIGA 65/1-34/3.1-R1 en parallèle pour un besoin nominal à 140 m³/h – 25 mCE
Etude sur la charge partielle de 25% de débit.

Charge 25% : 36,5 m³/h 25 mCE			Temps de fonctionnement annuel (en h)	Consommations électriques annuelles (en kW)
1 pompe à 100%	qv par pompe (m³/h)	35	2 640	8 510
	Rendement hydraulique %	81		
	Puissance absorbée P1 (kW)	3,2		
2 pompes à 50%	qv par pompe (m³/h)	17,5		10 124
	Rendement hydraulique %	65,7		
	Puissance absorbée P1 (kW)	3,8		
3 pompes à 33%	qv par pompe (m³/h)	11,7		12 384
	Rendement hydraulique %	52,4		
	Puissance absorbée P1 (kW)	4,7		
4 pompes à 25%	qv par pompe (m³/h)	8,75		14 772
	Rendement hydraulique %	42,9		
	Puissance absorbée P1 (kW)	5,6		

Comme le montre le détail des consommations électriques annuelles ci-dessus, en fonctionnement à 25% des besoins, énergétiquement parlant il est préférable de fournir le débit sur une seule pompe. Les coffrets de commande Wilo Smart SCe-HVAC sont conçus pour fonctionner sur ce principe d'optimisation.

Zoom sur les coffrets de commande Wilo Smart Control « SCe-HVAC »
commandés par microcontrôleur et affichage par écran LED

Pilotage et régulation des systèmes jusqu'à 4 pompes simples en fonctionnement sur l'un des modes de régulation suivants :

- → Pression différentielle constante, Δp-c
- → Pression différentielle variable Δp-v
- → Température différentielle constante ΔT.

Chaque pompe possède un convertisseur de fréquence (intégré ou déporté). Seule une pompe se charge cependant de réguler la vitesse de rotation permettant un fonctionnement des autres pompes à leur point de meilleur rendement.
Le fonctionnement en Δp variable est possible lorsqu'une seule pompe est suffisante pour couvrir les besoins de l'installation.
Ce fonctionnement permet d'optimiser la consommation électrique de cette pompe.

- → Permutation automatique des pompes réglable
- → Dégommage automatique de la pompe (kick de pompe)
- → Réglage à distance de la valeur de consigne
- → Fonctionnement avec deux valeurs de consigne différentes.
- → Réglage des rampes d'accélération et de décélaration des pompes
- → Réglage des paramètres (temps / vitesse) des pompes d'appoints
- → Réglage des paramètres PID (proportionnel, intégral, dérivé)

- → Visualisation des données d'exploitation, du temps fonctionnement (total / pompe par pompe)
- → Lecture et écriture par protocoles de communication : Modbus de série ou Bacnet en option
- → Ordre de marche
- → Reports de marche et de défaut centralisés

Permutation en cas de défaut d'une installation à pompes multiples : en cas de panne, la pompe principale est désactivée et une autre pompe se charge de la fonction de régulation.
Fonctionnement en mode dégradé en cas de défaut du capteur : le comportement du coffret de commande peut être déterminé en cas de défaut d'un capteur (par exemple rupture de câble). Le système est soit désactivé, soit il continue de fonctionner avec une pompe. La vitesse de rotation de la pompe peut être réglée.

Coffret de commande Wilo-SCe-HVAC system

Comparatif de fonctionnement entre Δp constant sur l'ensemble des pompes et Δp variable sur la 1ère pompe dans le cadre d'un réseau boucle tempérée sur un profil de charge donné par l'exploitant.

Qv (m³/h)	Temps de fonctionnement annuel		Scénario Δp constant			Scénario Δp constant et Δp variable sur la pompe 1			Nbre de pompes en fonctionnement
	(%)	(h)	Régulation	HmT	Puissance P1 (kWh)	Régulation	HmT	Puissance P1 (kWh)	
930	1	88	Δp constant	80	284,3	Δp constant	80	284,3	4
800	4	350			248,4			248,4	
700	5	438			213,2			213,2	3
600	5	438			184,5			184,5	
500	5	438			165,0			165,0	
400	10	876			121,7			121,7	2
300	10	876			99,3			99,3	
200	10	876			60,1	Δp variable	80	60,1	1
135	20	1752			42,1		58	29,7	
100	20	1752			34,3		52	20,7	
50	10	876			25,0		40	10,1	
Consommation Annuelle Pompage (kW)			760454			701797			

4 pompes Wilo-Crono-Bloc-BL 80/275-75/2 associées à des convertisseurs de fréquence déportés Wilo-EFC75

Régulation ΔT-constant

La régulation ΔT dépend de la puissance calorifique absorbée. Ce mode de régulation est utilisé dans les réseaux à débit constant et reste incompatible avec un réseau à débit variable.

Si le débit est réduit par un organe de régulation (ex : V2V), le fluide caloporteur se refroidit car il met plus de temps pour parcourir le réseau : le ΔT augmente.
Si le ΔT augmente, la pompe va accélérer sa vitesse alors que le débit est réduit par un organe de régulation. Le débit variable et la régulation ΔT sont donc opposables.

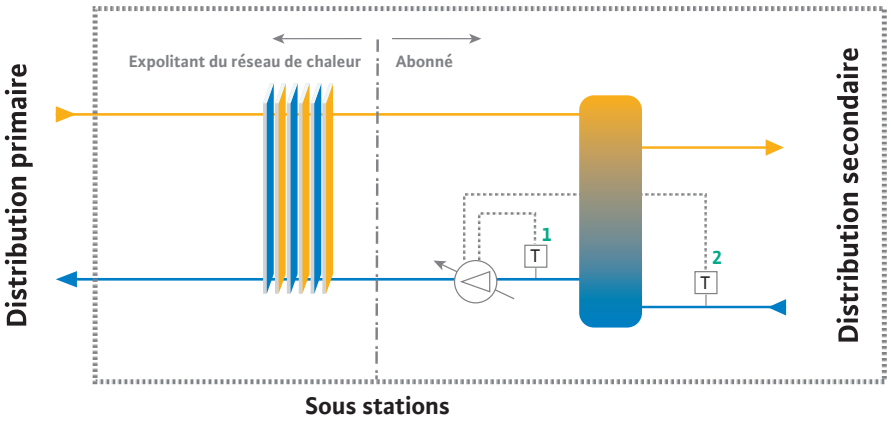
Il est aussi à noter que le temps de réaction peut être long en fonction de la longueur du réseau, et de l'inconfort thermique peut-être généré en cas de plusieurs sous-stations, bouteilles ou échangeurs.

Ce mode de régulation peut toutefois présenter un réel avantage en sous stations dans les séparations hydrauliques entre un réseau primaire et un réseau secondaire.
Les circulateurs Wilo Stratos-MAXO et pompes Wilo Stratos-GIGA2.0 disposent d'un mode de régulation sur une consigne de ΔT constant permettant un maintien de ce dernier, sans automate additionnel comme le décrit le schéma simplifié suivant [à droite].

La vitesse de la pompe est ajustée afin de maintenir la consigne ΔT constant.

Une sonde de température (1) externe* PT 1000 installée sur le retour est câblées à la pompe sur l'entrée analogique AI1 ou AI2.

Une sonde de température externe (2) PT 1000 installée sur le retour est câblées à la pompe sur l'entrée analogique AI1 ou AI2.



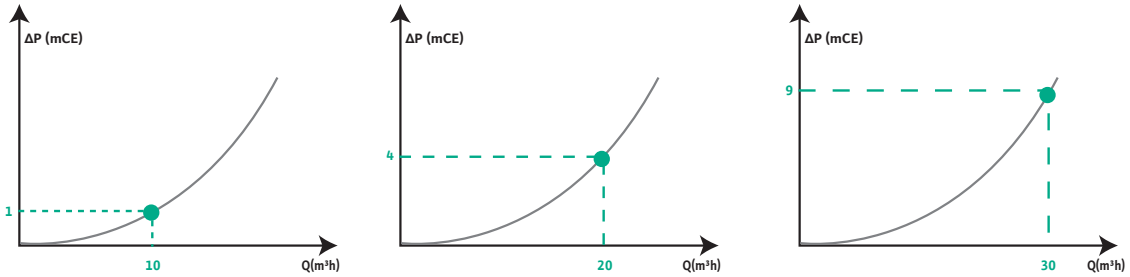
Sur les Wilo-Stratos MAXO, il est possible d'utiliser la sonde de température PT 1000 déjà intégrée dans le corps hydraulique de ce dernier

Les Wilo-Stratos-MAXO et Wilo-Stratos-GIGA2.0 disposent d'une fonctionnalité Qlimit-min qui peut permettre d'assurer un débit minimum d'irrigation si l'installation l'exige.

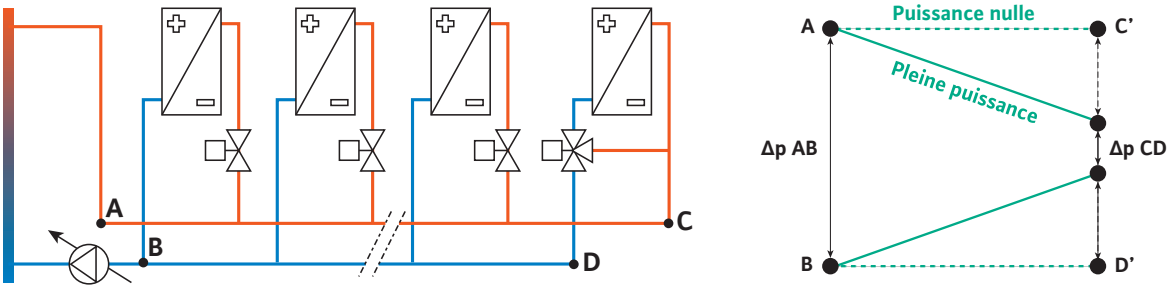
Résistivité du réseau : coefficient C

La résistance hydraulique est une grandeur caractérisant une perte de pression subite dans une conduite par la circulation d'un fluide. Cette perte de pression est communément appelée pertes de charge.

Lorsque la tuyauterie de distribution est longue, sa résistance hydraulique peut être importante.
Rappelons que les pertes de charges évoluent au carré du débit. Ainsi :
→ un débit multiplié par deux générera une augmentation des pertes de charge multiplié par 4. (2^2)
→ un débit multiplié par trois générera une augmentation des pertes de charge multiplié par 9. (3^2)



Le schéma ci-dessous représente une installation indiquant une mesure de Δp au début du réseau (points AB) et une autre mesure de Delta P en bout de réseau (points CD).



A pleine puissance, la pression différentielle en début de réseau entre A et B est supérieure à celle en bout de réseau entre C et D.
Lorsque le réseau se ferme, les points C et D se déplacent respectivement en C' et D'.
On constate alors une augmentation de la pression différentielle aux bornes des émetteurs.

L'une des possibilités pour limiter la pression différentielle lorsque le réseau se ferme en tout ou partie est la régulation Δp-variable.

Le déport du capteur de pression est également une possibilité qui en plus de limiter la pression différentielle lorsque le réseau se ferme en tout ou partie, permet une meilleure plage de variation de vitesse, gérant ainsi des économies d'énergie et un meilleur confort thermique et acoustique.

La valeur du coefficient C permet une orientation dans le choix du mode de régulation le plus approrié au réseau. Ainsi la valeur du coefficient C est donnée par la formule C= Δp CD / Δp AB
→ C < 0,5 : régulation Δp-variable ou capteur déporté
→ C > 0,5 : régulation Δp-constant.

Mesure de la pression différentielle

En règle générale, pour les pompes à rotor sec, la régulation de pression est réalisée par un capteur différentiel de pression directement raccordé sur les brides de la pompe (cas d'une pompe simple ou double) ou raccordé entre les collecteurs communs d'aspiration et de refoulement dans le cas de pompes en parallèle (cascade).

Pompe Wilo-CronoTwin-DL-E avec capteur de pression différentielle raccordé sur les brides de la pompe.

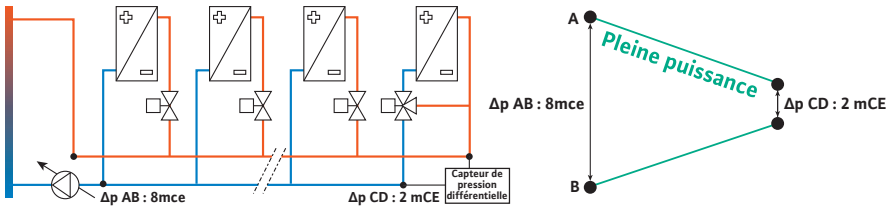
Pompe Wilo-CronoTwin-DL-E avec capteur de pression différentielle raccordé sur collecteurs d'aspiration et de refoulement.

Dans certaines applications, telles que les réseaux de chaleur et de froid pour lesquelles les pertes de charges se localisent essentiellement dans les tuyauteries, il peut-être pertinent de déporter le capteur de pression différentielle.

Le positionnement du capteur de pression différentielle doit être réalisé en fonction de la valeur du coefficient C.

- → C < 0,5 : capteur Δ P déporté.
- → C > 0,5 : capteur Δ P monté aux bornes de la pompe acceptable.
- → C = 1 ou très proche : capteur Δ P monté aux bornes de la pompe.

Exemple

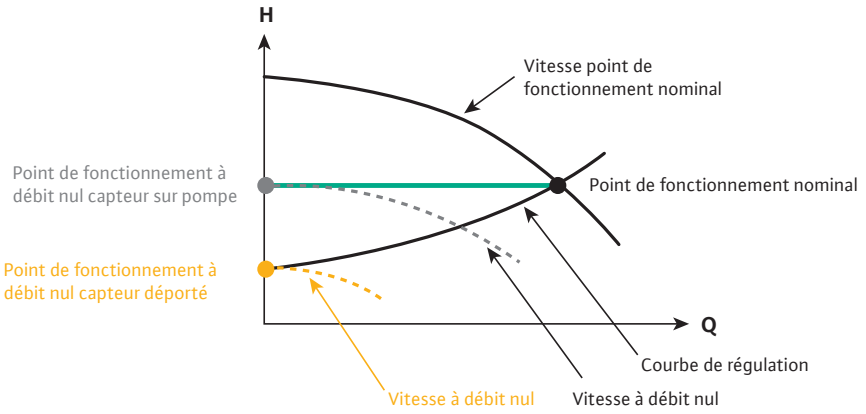


C= Δp CD / Δp AB = 2 / 8 = 0,25 : il est conseillé un déport du capteur de pression

Le principe de déport du capteur de pression permet ainsi une limitation de la pression différentielle en tout point du réseau, lorsque celui-ci se ferme en tout ou partie.
Cela apporte :

- → Une meilleure plage de variation de vitesse : économies d'énergie
- → Un confort thermique
- → Une stabilité des vannes de régulation
- → Une réduction du bruit des vannes de régulation.

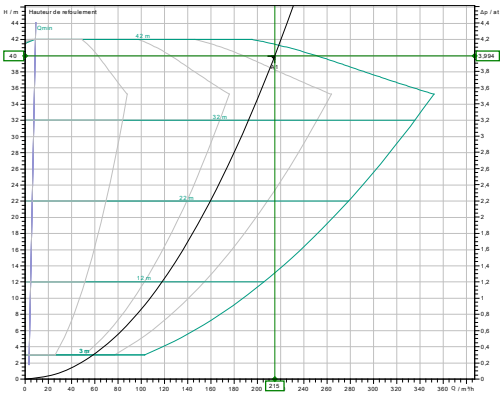
Vue sur une courbe de pompe du principe de capteur déporté :



4 – Etude de cas

Le choix de la technologie des pompes et les modes de fonctionnement influent directement sur le coût de pompage.

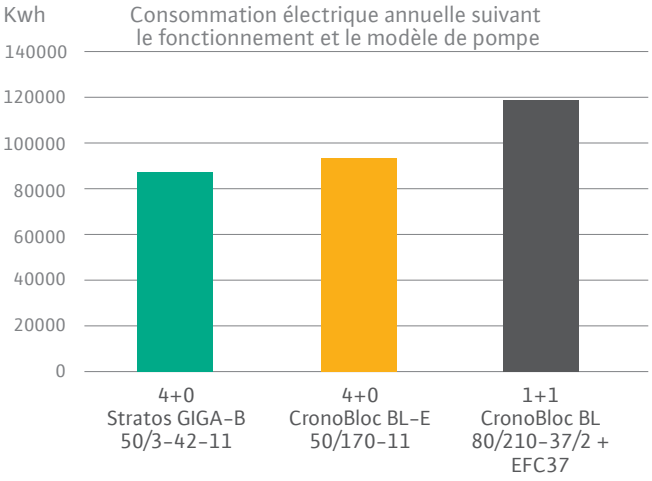
Exemple : réseau de chaleur de 5 MW de puissance nominale avec un ΔT de 20K, soit 215 m³/h et une perte de charge totale de 40 mCE

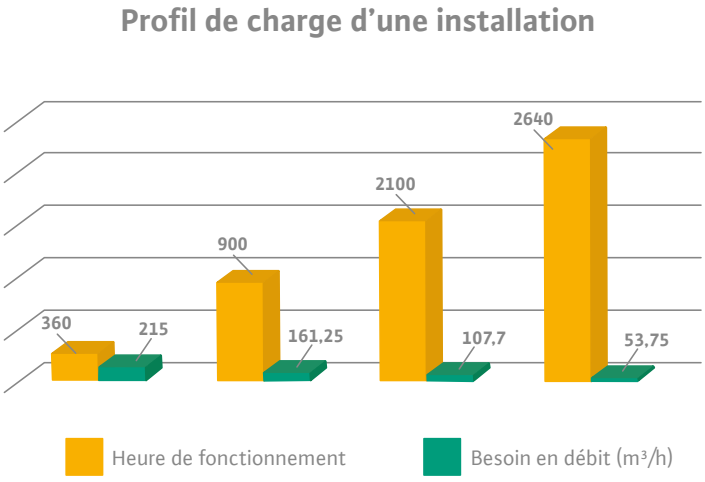


Courbes représentatives d'une sélection de 4 pompes Wilo-Stratos GIGA-B 50/3-42-11-R1 fonctionnant en parallèle

Comparatif entre solutions

Comparatif de consommation annuelle entre plusieurs solutions basées sur un temps de fonctionnement annuel de 6000 heures réparties sur le profil de charge Blue Angel.



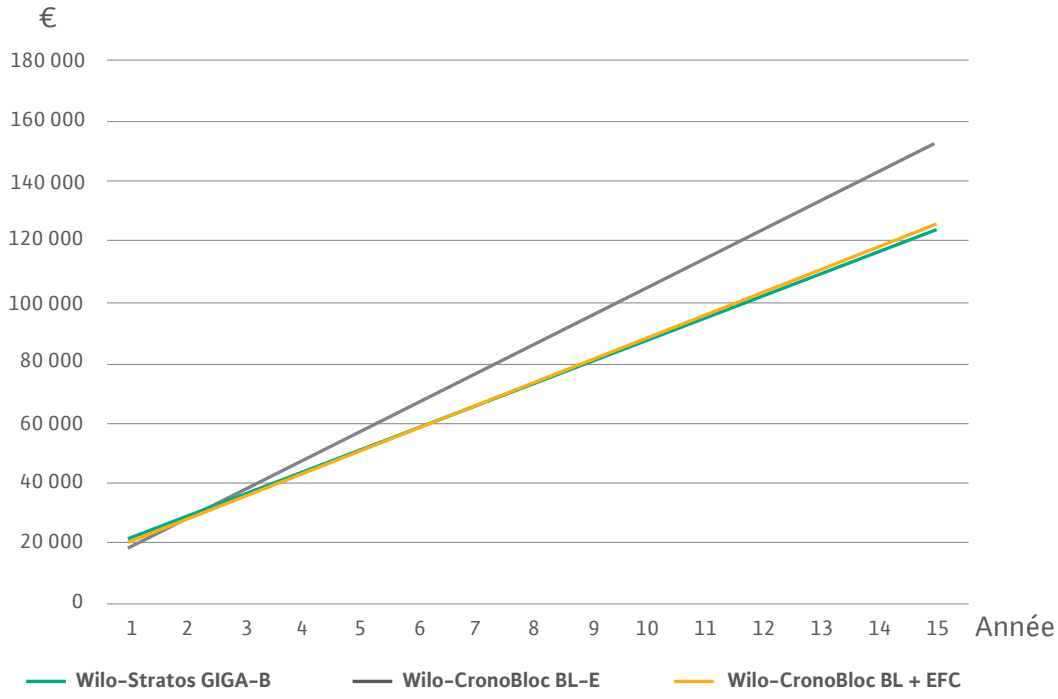


Retour sur investissement

	Fonctionnement	Pompes en parallèle		Normal / Secours
	Nombre de pompes	4 + 0		1 + 1
Matériel	Pompes	Wilo-Stratos GIGA-B 50/3-42-11- R1	Wilo-CronoBloc BL-E 50/170-11-R1	Wilo-CronoBloc-BL 80/210-37/2
	Convertisseur de fréquence	Embarqué		Externe type EFC
	Débit minimum	8	8	21
	Classification moteur	IE5	IE4	IE3
	Coût d'achat pompes et variateurs**	19 678	17 224	12 735
Energie	Consommation annuelle (kWh)	92 020	94 520	120 100
	Consommation annuelle (€)*	7 361	7 562	9 608
CEE	Fiche « 5ème période »	IND-UT-114	IND-UT-132 + IND-UT-102	IND-UT-102
	Total kWh cumac	783200	588400	545600
	Total CEE (€)***	4699	3531	2753
Coût total (€)	1ère année	22 340	21 255	19 590
	sur 5 ans	51 736	51 503	58 022
	sur 10 ans	88 541	89 313	106 062

**Tarif d'électricité sur une base 0,08€/kwh, donné à titre indicatif*
***Prix net installateur 2021, donné à titre indicatif*
***Montant de rachat sur une base 6€/MWhc, donné à titre indicatif. Pas de CEE sur le secours*

Coût global matériel (pompes, convertisseur de fréquence) + consommation électrique sur 15 ans



5. Certificats d'économies d'énergie

La loi de programmation et d'orientation de la politique énergétique (loi POPE du 13 juillet 2005) a défini les bases des certificats d'économies d'énergie (CEE), obligeant les fournisseurs d'énergie (électricité, gaz, chaleur, froid, fioul domestique) à réaliser des économies d'énergie en entreprenant différentes actions auprès de leurs clients.
Les objectifs d'économies d'énergie par période sont fixés par décret. Ces objectifs sont répartis par fournisseurs en fonction de leur secteur d'activité et de leur part de marché.
Les CEE sont attribués, sous certaines conditions, par les services du ministère chargé de l'énergie, aux acteurs éligibles (obligés mais aussi d'autres personnes morales non obligées) réalisant des opérations d'économies d'énergie.

Conformément au cadre défini par la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (article 30), la quatrième période du dispositif a commencé le 1er janvier 2018 pour une durée de trois ans.
Le décret n° 2017-690 du 2 mai 2017, publié au JO du 3 mai 2017, a modifié les dispositions de la partie réglementaire du code de l'énergie. Il fixe l'objectif d'économies d'énergie pour la quatrième période du dispositif des CEE (2018-2020) à hauteur de 1600 TWh cumac, dont 400 TWh cumac au bénéfice des ménages en situation de précarité énergétique.

Les fiches CEE concernant la partie
« pompage » des réseaux de chaleur et de froid sont les suivantes :
- → Opération n° IND-UT-102 : Système de variation électronique de vitesse sur un moteur asynchrone
- → Opération n° IND-UT-114 : Moto-variateur synchrone à aimants permanents ou à réluctance
- → Opération n° IND-UT-132 : Moteur asynchrone de classe IE4
- → Opération n° IND-UT-136 : Systèmes moto-régulés.

CEE Les certificats D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

Exemple de subvention possible au travers du dispositif CEE 5ème période avec la mise en place de quatre pompes de 11 kW unitaires, sans secours.

Fiches	Sélections produits	Moteurs	Matériels	Quantités	Puissances totales (kw)	kWh cumac/kw	kWh cumac total	Montants subvention €*
IND-UT-114	Wilo-Stratos GIGA 50/3-42/11	IE5	Pompes + variateurs	4	44	17800	783200	4699
IND-UT-132	Wilo-Crono-Line-IL-E50/210-11/2	IE4	Pompes	4	44	700*P+12000	42800	257
IND-UT-102	Wilo-Crono-Line-IL-E50/210-11/2	IE3 et IE4	Variateurs	4	44	12400	545600	3274

**Montant de rachat sur une base 6€/MWhc, donné à titre indicatif*

Le terme «cumac» correspond à la contraction de «cumulés» et «actualisés». Par exemple, le montant de kWh cumac économisé suite à l'installation d'un appareil performant d'un point de vue énergétique correspond au cumul des économies d'énergie annuelles réalisées durant la durée de vie de ce produit. Les économies d'énergie réalisées au cours de chaque année suivant la première sont actualisées en divisant par 1,04 les économies de l'année précédente (taux d'actualisation de 4 %).

Cette analyse n'a aucune valeur juridique. Elle a été établie de bonne foi et représente l'état de la technique et des connaissances à date de Wilo. Elle peut être sujette à des modifications ou amendements en fonction de l'évolution des techniques et connaissances, notamment en fonction de nouvelles réglementations ou normes.

Les équipements de secours ne sont pas éligibles aux CEE

6. Prescription d'installation

Recommandations de pose

Les circulateurs à rotors noyés :

Les circulateurs doivent être montés impérativement avec l'axe moteur horizontal, à une hauteur maximale de 1,20 m par rapport au sol, afin d'en assurer facilement la mise en service et la maintenance.

Le raccordement hydraulique se fera au moyen de raccords-unions ou de brides alésées PN 10/16 (conformément à la norme EN 1092-2) et selon les prescriptions du constructeur.

Sur les circulateurs à brides, les trous taraudés positionnés sur le bossage du corps permettent la fixation du circulateur sur un support.

Des vannes d'isolement sont montées en amont et en aval de chaque pompe ainsi qu'un clapet anti-retour positionné au refoulement des circulateurs simples et doubles.

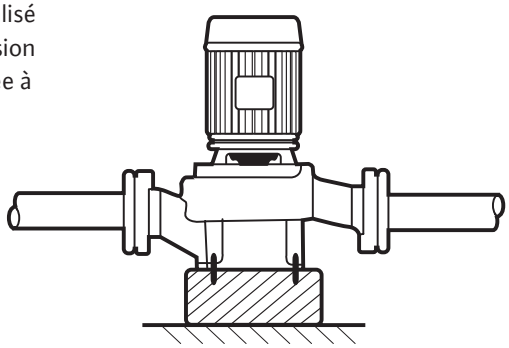
Les circulateurs ne nécessitent aucune maintenance préventive, ni aucune purge.

Il est nécessaire de maintenir une pression minimale suffisante à l'aspiration afin d'assurer le bon fonctionnement du matériel.

Les pompes in-line :

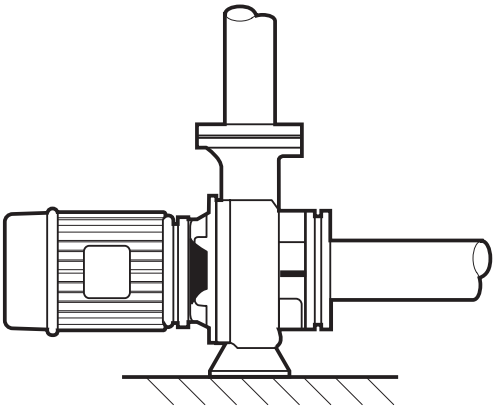
Les pompes sont positionnées sur un massif en béton, isolé du sol par un matériau résiliant ou par des plots anti-vibratiles. Le dimensionnement du massif sera proportionnel au poids de la pompe. Dans le cas d'un montage direct sur tuyauterie avec l'axe moteur horizontal et si les recommandations du constructeur l'autorisent, les pompes sont positionnées à une hauteur maximale de 1,20 m par rapport au sol. Le raccordement hydraulique est réalisé au moyen de brides alésées. La pression nominale de service doit être adaptée à l'installation (conformément à la norme EN 1092-2). Des vannes d'isolement et des manchettes anti-vibratiles sont montées en amont et en aval de chaque pompe ainsi qu'un clapet anti-retour positionné au refoulement des pompes simples et doubles.

Sur les pompes à brides, les trous taraudés positionnés sur le bossage du corps permettent la fixation de la pompe sur un support.



Pompes monobloc nomalisées EN733 :

Les pompes sont positionnées sur un massif en béton, isolé du sol par un matériau résiliant ou par des plots anti-vibratiles. Le dimensionnement du massif sera proportionnel au poids de la pompe. Le raccordement hydraulique est réalisé au moyen de brides alésées. La pression nominale de service doit être adaptée à l'installation (conformément à la norme EN 1092-2). Des vannes d'isolement et des manchettes anti-vibratiles sont montées en amont et en aval de chaque pompe ainsi qu'un clapet anti-retour positionné au refoulement des pompes.



Avantages de ce type de groupe motopompe :

- → Encombrement réduit
- → Pas de risque de désalignement pompe/moteur

Les moteurs sont normalisés à brides. Ils sont accouplés à la pompe par un accouplement rigide. Aucune contrainte ne doit être exercée sur les raccordements d'aspiration et de refoulement de la pompe.

Pompes normes à accouplement EN733 ISO599 :

Les pompes sont positionnées sur un massif en béton, isolé du sol par un matériau résiliant ou par des plots anti-vibratiles. Le dimensionnement du massif sera proportionnel au poids de la pompe. Le raccordement hydraulique est réalisé au moyen de brides alésées. La pression nominale de service doit être adaptée à l'installation (conformément à la norme EN 1092-2). Des vannes d'isolement et des manchettes anti-vibratiles sont montées en amont et en aval de chaque pompe ainsi qu'un clapet anti-retour positionné au refoulement des pompes.

Exemple :

Point de fonctionnement pour de l'eau brute :

Qv =100 m3/h

HmT = 35 mCE

Rendement hydraulique = 78%

Densité ρ = 1

Puissance utile en bout d'arbre (P2) = (Qv x HmT X ρ*) / (367 x Rd hydraulique)

P2 = (100 X 35 X 1) / (367 X 0,78) = 12,3 Kw

Valeur limite requise : 12,3 KW X 1,15 = 14,2 Kw . Un moteur de 15 Kw est nécessaire

Spécificités :

Les performances hydrauliques et les côtes fonctionnelles de raccordement sont conformes à la norme EN 733 en 39 tailles.

Les arbres et les paliers sont renforcés pour répondre à la norme ISO 5199.

Chez Wilo, la gamme standard est équipée d'un châssis en fonte pour assurer une meilleure rigidité de l'ensemble.

La maintenance est facilitée grâce à un système qui permet le démontage du mobile sans débrider le corps de pompe ni déplacer le moteur (option Spacer).

Le choix du moteur est adapté en fonction du point de fonctionnement et de la réserve de puissance souhaité par le client.

Accouplement et alignement :

Les accouplements semi-élastique sont montés sur les arbres, sans choc.

Un contrôle de la mise en ligne, avec correction éventuelle, devra être effectué après fixation du socle, et raccordement des tuyauteries (réseau en eau et sous pression). De même, un nouveau contrôle devra être effectué après avoir atteint la température normale de fonctionnement. Le protège-accouplement doit être conforme aux normes de sécurité européennes DIN 31001 de façon à éviter tous contacts en cours de fonctionnement avec les parties tournantes.

En cas d'utilisation d'accouplements autres, se référer aux instructions du fabricant.

La mise en ligne de la pompe doit être contrôlée ou corrigée avant le démarrage de la pompe.

Moteurs :

Lors de la détermination de la puissance moteur, il est recommandé d'appliquer les marges de sécurité suivantes :

Puissance de l'arbre	< 4 kW	4 kW < P2 < 10 kW	10 kW < P2 < 40 kW	40 kW < P2
Valeur limite P2 pour le moteur	25 %	20 %	15 %	10 %

Puissance du moteur/de l'arbre

Étanchéité d'arbre :

Exécution avec presse-étoupe :

Une fuite de 20 à 40 gouttes/minute est nécessaire pour un bon fonctionnement dans des conditions normales. Si cette fuite est insuffisante, cela peut engendrer la destruction de l'étanchéité et éventuellement des dommages sur l'arbre au droit des anneaux de presse-étoupe.

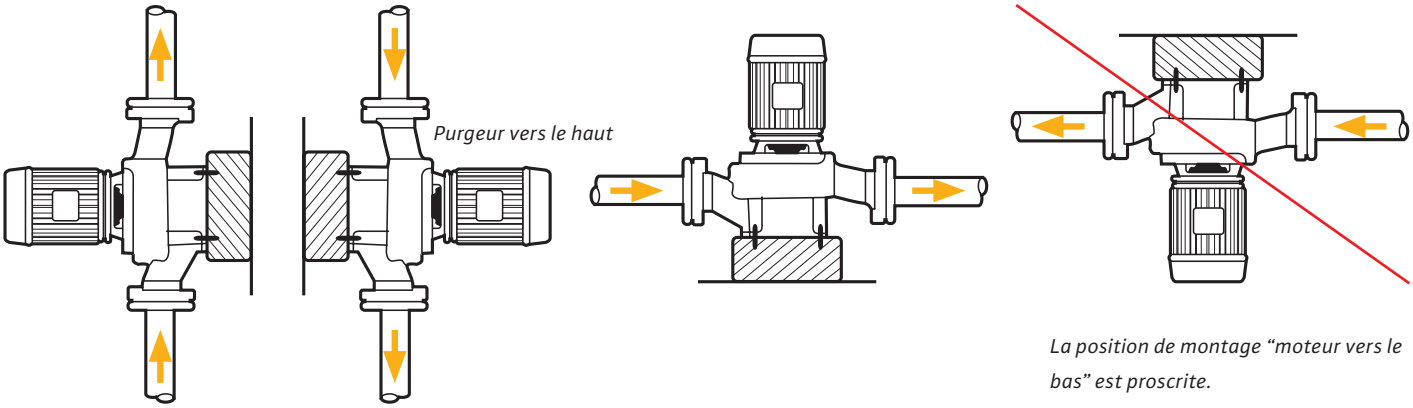
Exécution avec garniture mécanique :

Une légère fuite est possible lors de la première mise en route. Si la pompe est équipée avec un flushing externe, un quench ou un système de réchauffage, le flushing, le quench ou le système de réchauffage doivent être opérationnels avant le démarrage de la pompe.

Positions de montage

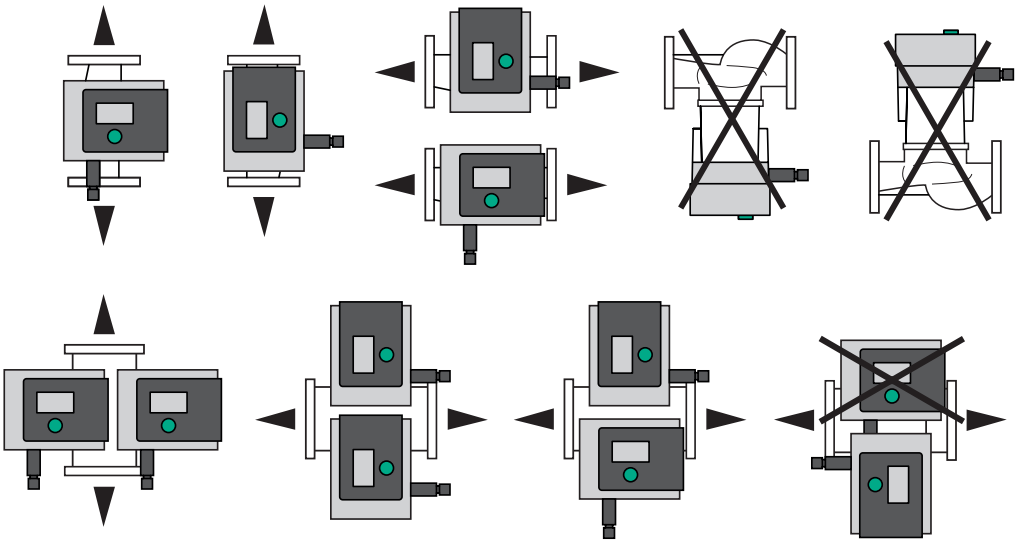
En aucun cas la pompe ne doit être considérée comme un support de tuyauteries !

Montage direct sur tuyauterie horizontale ou verticale :
pompes in-line si les recommandations du constructeur l'autorisent.



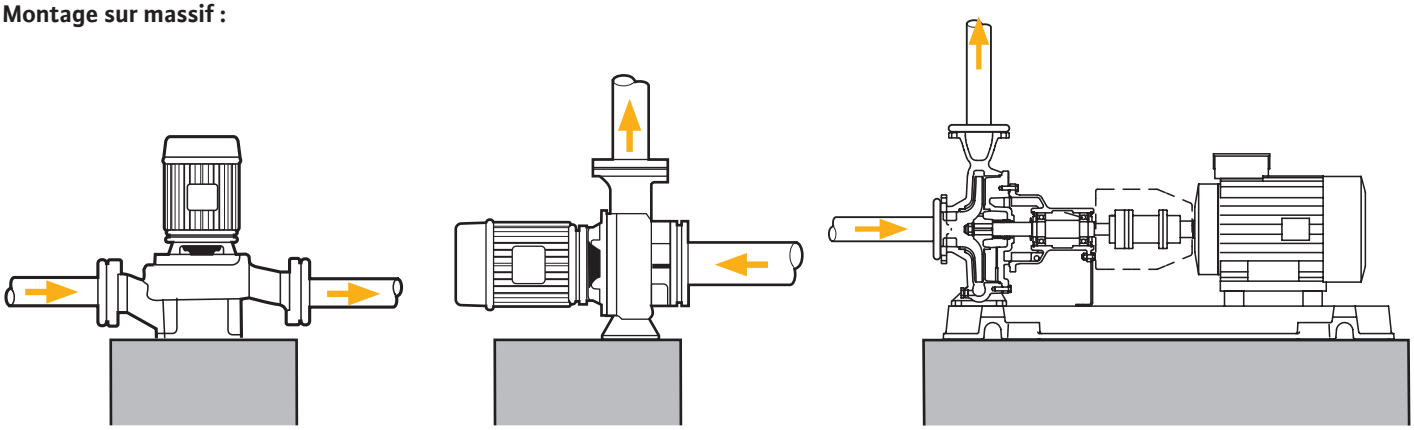
La position de montage "moteur vers le bas" est proscrite.

Montage direct sur tuyauterie horizontale ou verticale :
circulateurs si les recommandations du constructeur l'autorisent



Nota : sur les circulateurs ou pompes à brides, des trous taraudés positionnés sur le bossage du corps permettent la fixation du circulateur sur un support.

Montage sur massif :



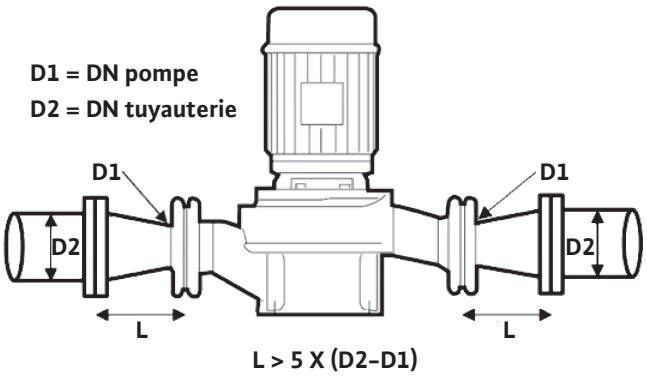
Règles d'installation hydraulique

Les tuyauteries doivent être d'un diamètre supérieur ou égal à celui des orifices de la pompe. Dans le cas d'un diamètre de tuyauterie supérieur aux diamètres de raccordement de la pompe il est nécessaire de dimensionner correctement les convergents/divergents.

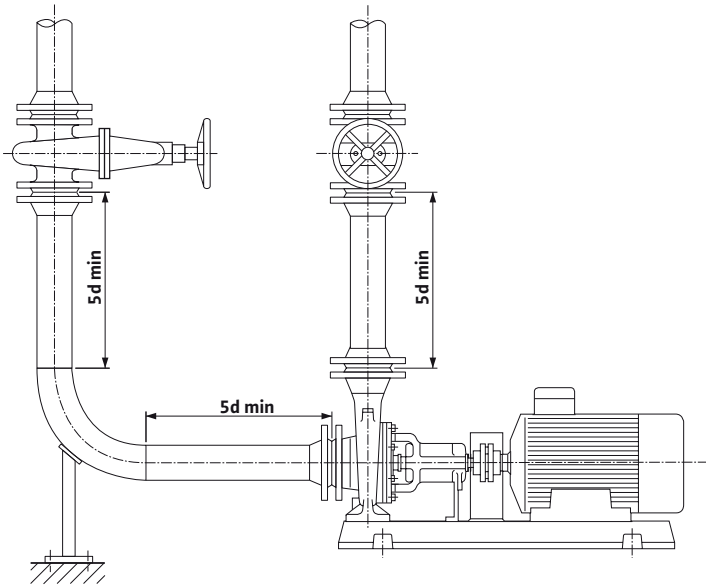
Le respect de cette longueur doit permettre d'éviter les problèmes de turbulence liées aux vitesses excessives (bruit, cavitation, érosion).

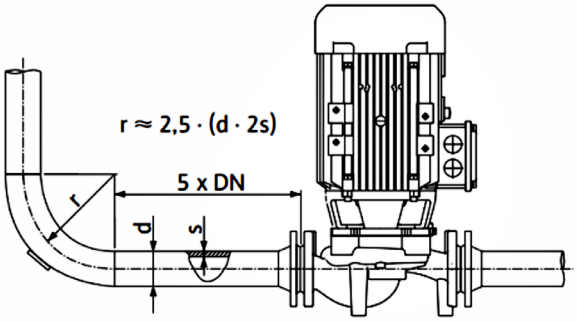
- → Ajuster l'assemblage des tuyauteries de manière à ce qu'elles n'entraînent aucune contrainte sur les brides d'aspiration et de refoulement de la pompe. Les contraintes dues à la dilatation peuvent être compensées par des manchons de compensation.
- → Prévoir la mise en place de supports de tuyauterie afin que celles-ci ne génèrent aucune contrainte sur les brides d'aspiration et de refoulement pompe.
- → Prévoir une longueur droite minimale de 5 X DN de la pompe à l'aspiration et au refoulement. Cela permet d'assurer une zone de tranquillité avant et après pompe afin d'éviter toutes turbulences hydrauliques dans le corps de pompe.

Exemple de dimensionnement d'un convergent/divergent sur une pompe In-Line :



Exemple de dimensionnement d'un convergent/divergent sur une pompe In-Line :





La vitesse d'écoulement du fluide dans les tuyauteries ne doit pas dépasser 2 à 3 m/s.

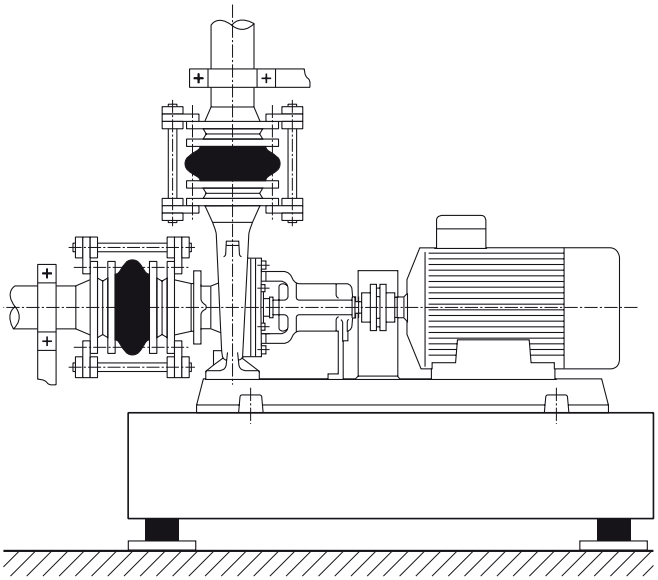
Supportage sur fondation

Les fondations doivent être capables d'absorber les vibrations de tous types et de former un support rigide et permanent au groupe de pompage.

Le poids de la fondation doit être de 1,5 à 2 fois le poids de la pompe. Les dimensions en largeur et en longueur doivent être supérieur de 200mm par rapport à celle de la pompe.

La fondation doit être en béton, plane et épaisse afin de pouvoir assimiler les forces, oscillations et chocs générés.

Pour éviter la transmission des vibrations il est conseillé d'assoir la fondation sur une plaque isolante en liège ou caoutchouc armé ou sur des plots anti-vibratiles. En complément il est vivement conseillé de prévoir la mise en place de manchons anti-vibratiles afin de faire une disconnexion totale avec l'installation. Le dimensionnement de ces systèmes d'absorption doit être réalisé par le fournisseur. Il dépend des forces exercées sur les systèmes d'amortissement, de la vitesse de rotation ainsi que de l'amortissement requis.

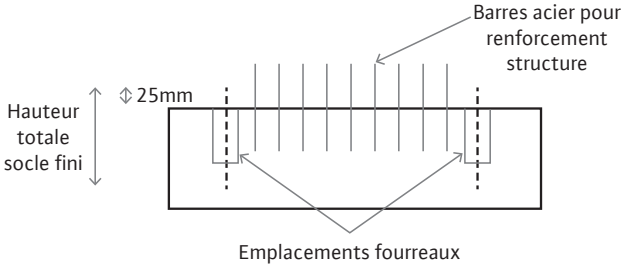


Mise à niveau d'une pompe normalisée à accouplement, sur socle :

Pour l'installation des pompes sur socle sur le massif béton, Wilo recommande de couler la fondation tout d'abord jusqu'à 25 mm environ au dessous de la hauteur prévue. Les dimensions de la fondation en béton ainsi que le positionnement des trous de fixation du socle pompe devront être bien définis. Des fourreaux de 2,5 fois le diamètre des vis devront être positionnés avant le coulage du béton. Ainsi les vis d'ancrage du socle pompe pourront être ajustées lors du positionnement du socle pompe sur la fondation.

Couler le béton afin de réaliser la fondation puis retirer les fourreaux après durcissement. Répartir uniformément des barres en acier et les insérer verticalement dans la fondation afin qu'elles dépassent jusqu'au 2/3 de la hauteur du socle pompe. Elles permettront un renforcement de la structure lors du coulage final du socle pompe.

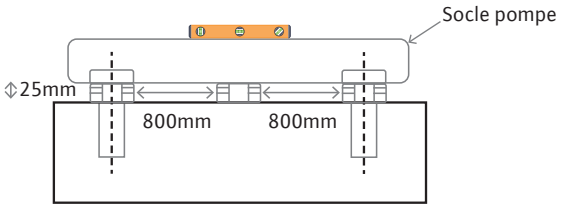
Coulage de la fondation



Positionner des cales d'épaisseur 20 à 25mm au dessus des trous d'ancrages initialement prévus dans la fondation. Des cales supplémentaires au milieu du socle sont à prévoir tous les 800 mm si nécessaire.

Mettre le socle en place et ajuster son niveau (largeur/longueur) avec des cales d'épaisseur supplémentaires.
Tolérance : 0,5 mm/m

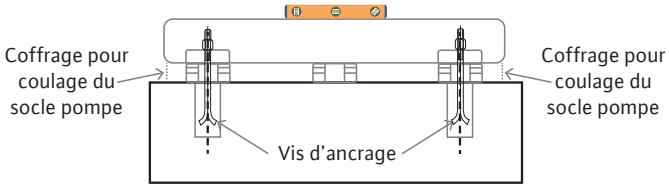
Mise en place du socle pompe



Positionner les vis d'ancrage dans les trous initialement prévus. Couler les vis d'ancrage avec du béton. Une fois le béton pris, serrer les vis d'ancrage.

Une fois la fixation réalisée prévoir le coulage du socle pompe par les ouvertures du socle prévues à cet effet. Le coulage réduit au minimum les vibrations .

Coulage des vis d'ancrage fixation du socle/coulage du socle



Raccordement électrique

Les pompes sont à protéger contre les surcharges (protection thermique) et les courts-circuits (protection magnétique)

Les pompes à vitesse fixe sont à protéger par un disjoncteur moteur de type magnétothermique. La protection thermique peut aussi être dissociée de la protection magnétique. (ex : porte fusible + relais thermique)

Les pompes électroniques à vitesse variable disposent d'une protection thermique intégrée. Seule la protection magnétique est à prévoir.

L'évolution des indices d'efficacité énergétique (IE) permet d'obtenir des moteurs plus performants énergétiquement. Toutefois il est à noter que les moteurs sont de plus en plus inductifs. (Augmentation de la masse de cuivre du stator, géométrie optimisée de la découpe des métaux (forme des tôles du stator) , matériaux métalliques de qualité supérieure, ...).

Cette inductance plus importante peut générer une augmentation du courant de démarrage, ce qui implique la mise en place de contacteurs et disjoncteurs moteurs adaptés.

Pour les puissances moteurs supérieures à 11 kW, afin de limiter les appels de courants, il est recommandé de mettre en œuvre l'une des solutions suivantes :

- → Variateur de vitesse
- → Démarreur progressif
- → Démarrage étoile-triangle

Acoustique

La réglementation acoustique contraint à respecter des niveaux de confort acoustique au regard aux émissions sonores des équipements.

Lorsque pompes et circulateurs sont bien dimensionnés et adaptés à leur environnement, ils peuvent s'avérer très endurants et rendre ainsi à l'installation tous les niveaux de performances attendus dans le plus grand des conforts. En revanche, une mauvaise sélection ou une mise en œuvre mal calibrée peut engendrer des nuisances, compromettre les performances, et réduire leurs durées de vie.

Lorsqu'une pompe est équipée d'un moteur ventilé, le ventilateur émet la plus grande partie du bruit. Cela explique le fonctionnement plus silencieux des circulateurs à rotor noyés. La fréquence de rotation joue un rôle important dans l'émission acoustique puisque à puissance égale un moteur ventilé est plus bruyant à 2900 tr/min qu'à 1450 tr/min.

Le tableau ci-dessous indique le niveau de pression sonore Lp, A [dB (A)] pour les gammes de pompes In-line Wilo-CronoLine IL, Wilo-CronoTwin DL et Wilo-CronoBloc BL.

Puissance moteur P_N[kW]	Niveau de pression acoustique Lp, A [dB (A)][1)]				
	2900 tr/min		1450 tr/min		950 tr/min
	IL, BL, DL (DL en marche individuelle)	DL (DL en marche parallèle)	IL, BL, DL (DL en marche individuelle)	DL (DL en marche parallèle)	IL, BL
0,55	57	60	45	48	–
0,75	60	63	51	54	–
1,1	60	63	51	54	–
1,5	64	67	55	58	–
2,2	64	67	60	63	–
3	66	69	55	58	–
4	68	71	57	60	–
5,5	71	74	63	66	–
7,5	71	74	63	66	65
11	72	75	65	68	65
15	72	75	70	73	–
18,5	72	75	70	73	–
22	77	80	66	69	–
30	77	80	69	72	–
37	77	80	70	73	–
45	72	–	72	75	–
55	77	–	74	77	–
75	77	–	74	–	–
90	77	–	72	–	–
110	79	–	72	–	–
132	79	–	72	–	–
160	79	–	72	–	–
200	79	–	74	–	–
250	85	–	75	–	–

Nota :

- → Deux pompes ayant un même niveau de pression acoustique (exemple 68 dB(A) délivreront dans le cas d'un fonctionnement simultané une pression acoustique de 68dB(A) + 3dB soit 71 dB(A)
- → Si le niveau de pression acoustique entre 2 pompes est différent (exemple 60 dB(A) pour l'une et 70 dB(A) pour l'autre), le niveau de pression acoustique total restera à 70 dB(A).

1) Valeur moyenne des niveaux de pression acoustique sur une surface de mesure rectangulaire à une distance de 1m de la surface du moteur.

Transmission du bruit et recommandations pour les installations

La transmission du son peut être due à diverses causes. Dans la plupart des cas, les bruits générés par les pompes (même à l'extérieur des locaux techniques), sont dus généralement à une transmission par la structure de l'installation (tuyauterie, ...) et à la structure du bâtiment. Les bruits se répandent via le fluide véhiculé et la tuyauterie de manière simultanée.

Certains sons ne sont pas directement perceptibles par l'oreille humaine. Par contre celui-ci peut être à l'origine de vibration du mur par exemple, générant un bruit audible par l'oreille humaine cette fois-ci.

Les tuyauteries sont bien connues pour transmettre les vibrations. En cas de résonance, le bruit est non seulement relayé mais aussi amplifié. Les tuyauteries ont des fréquences de résonance qui dépendent de plusieurs facteurs.

Si une pompe est directement fixée dans à la structure du bâtiment, elle peut-être cause de vibrations via les murs et plafonds.

Une condition préalable pour une protection efficace des bruits des pompes dans un bâtiment résidentiel, est basée sur la coopération des concepteurs (architectes, bureaux d'études) ainsi que de l'installateur.

Le choix des matériaux, la localisation du local technique, etc. influenceront d'une bonne ou mauvaise manière la propagation des bruits et vibrations.

Les interactions sont très variées. On comprend donc qu'aucune règle simple ne puisse être établie.

On ne peut en aucun cas exclure totalement tout risque de bruit.

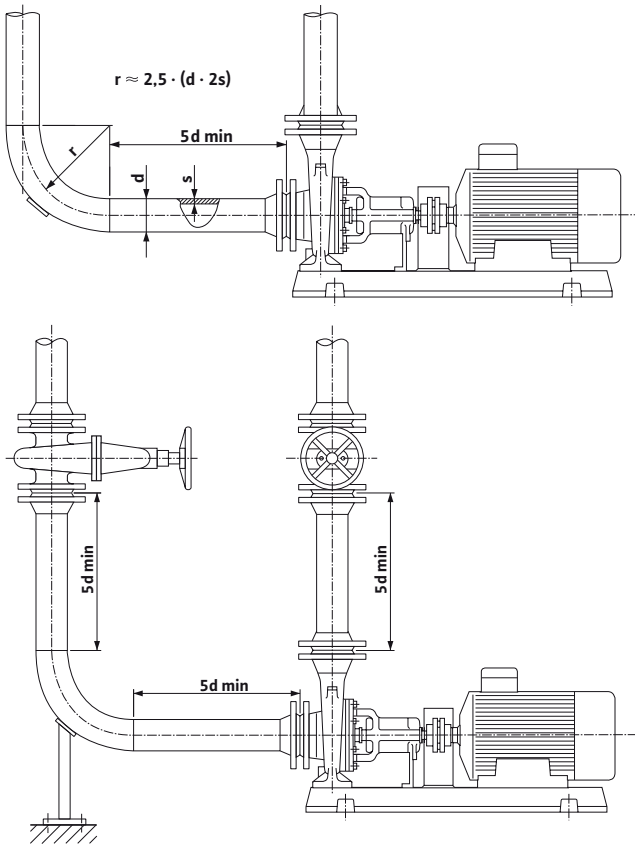
Les bruits de circulation dans les tuyauteries

Les bruits d'écoulement dans les tuyauteries, sont fortement conditionnés par les matériaux utilisés, les accidents du parcours (coudes, clapets,...) et le débit.

Le diamètre nominal de la tuyauterie doit être égal ou plus important que celui de la pompe.

Le choix des diamètres de tuyauterie doit être fait judicieusement afin d'éviter les sources de bruit.

A noter qu'une longueur droite minimale de 5 fois le DN de la pompe à l'aspiration et au refoulement est vivement conseillée afin d'assurer une zone de tranquillité avant et après pompe. Elle permettra d'éviter toutes turbulences hydrauliques dans le corps de pompe.



Les bruits liés à la cavitation

On devra s'assurer que la pression minimum est respectée à l'aspiration de la pompe afin de ne pas générer de bruits liés à la cavitation.

Voir chapitre « NPSH et pression minimum d'aspiration d'une pompe dans un circuit fermé »

Bruits – Sons aéroportés – Sons portés de structure

Quand le diamètre de la tuyauterie est réduit, les coudes doivent être évités au maximum.

Pour les modifications de diamètre, des adaptateurs coniques sont fortement conseillés. En effet ils évitent la formation de poches d'air, source de bruits (déplacement de l'air dans les canalisations, cavitations).

Voir chapitre : « Règles d'installation hydraulique » page 37.

Les mesures à prendre contre la propagation des bruits et ondes sonores :

La transmission des sons peut être évitée ou atténuée grâce à des mesures « d'amortissement » sur la pompes et les tuyauteries.

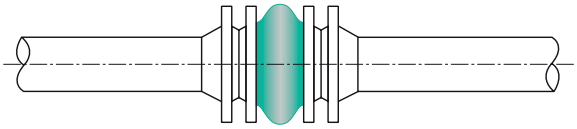
Toute mesure prise ne doit pas engendrer une dégradation du fonctionnement de la pompe.

Dans les mesures à prendre, il y a lieu d'installer des joints d'expansion (longueur limitée) :

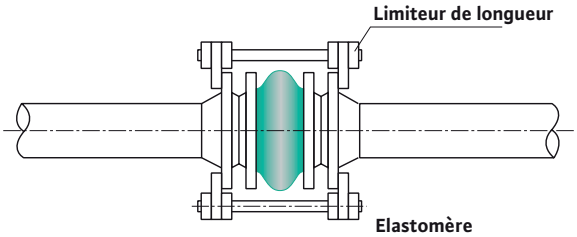
- → Joints sans élément élastique (joints d'expansion latéraux).
- → Joints avec éléments élastiques.

Ces joints d'expansion ont un effet limité contre la propagation des sons.

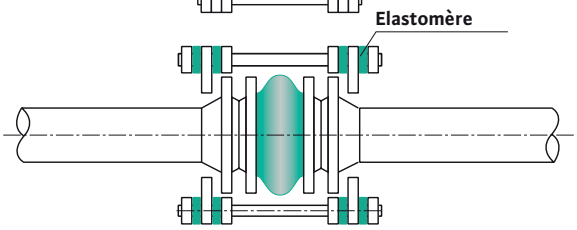
Les joints d'expansion de plus grandes longueurs (manchettes) ont un effet d'absorptions plus important. Leur durée d'utilisation est limitée. D'autre part, les élastomères sont sensibles à l'eau chaude. Il faudra donc surveiller leur état régulièrement.



Joint d'expansion sans limitation de longueur.



Joint d'expansion avec limitation de longueur sans éléments élastiques (joint d'expansion latéral).

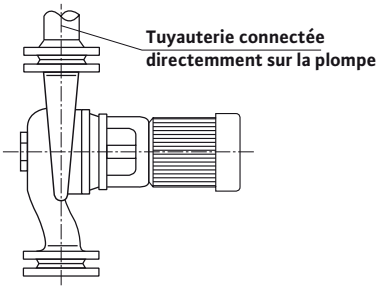


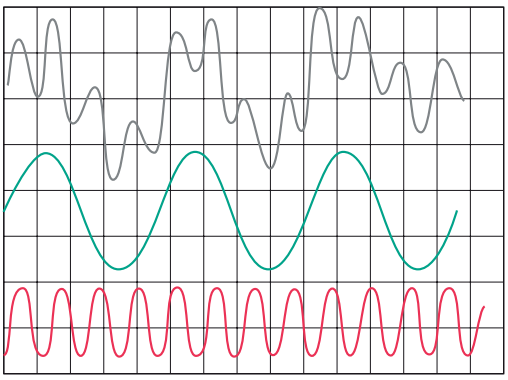
Joint d'expansion avec limitation de longueur avec éléments élastiques.

L'efficacité des mesures d'absorption est visible dans les figures ci-dessous. Elles montrent les oscillogrammes des mesures du bruit transmis par la structure sur une canalisation mise en vibration par une pompe de circulation de chauffage.

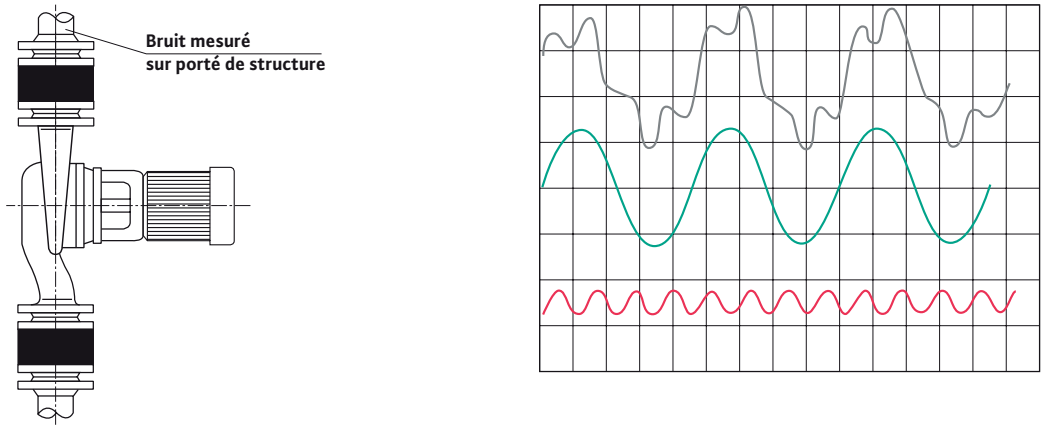
Trois cas sont présentés.

Cas 1 : installation Rigide, aucun effet d'absorption :

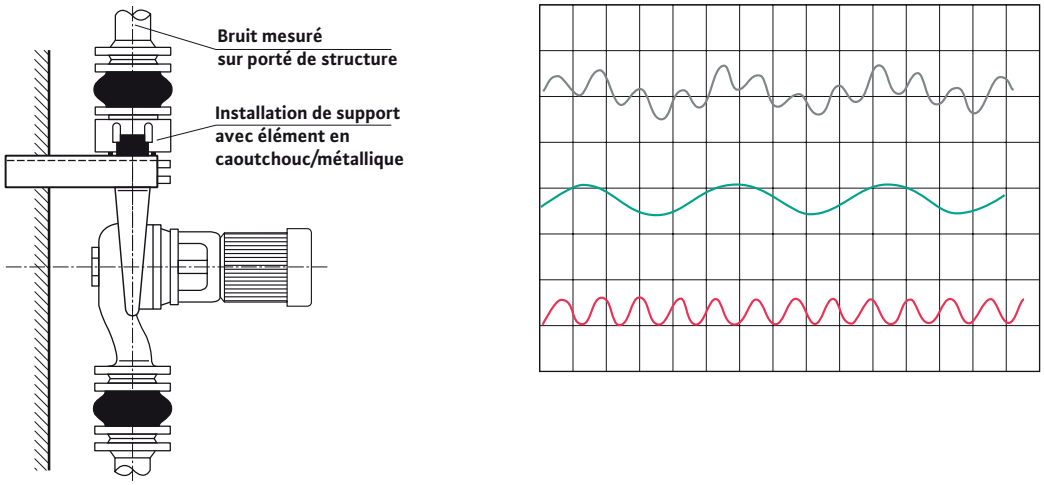




Cas 2 : seules les bruits de haute fréquence (600 Hz) sont réduits avec des connecteurs en caoutchouc/métalliques.



Cas 3 : le bruit de haute fréquence (600 Hz) aussi bien que le bruit basse fréquence (150 Hz) sont réduits par des joints d'expansion en caoutchouc.



Mesures contre la transmission sonore de portée de structure à structure

Lorsque les pompes sont fixées sur le sol (en étage), il faudra utiliser des éléments d'isolation de vibration. Ainsi la transmissi-on des sons via la structure sera évitée.

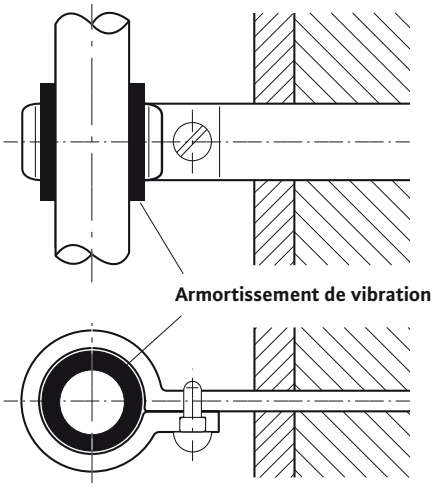
Des plaques de liège naturel pourront être utilisées pour des vitesses de rotation à partir de 3000 tr/min.

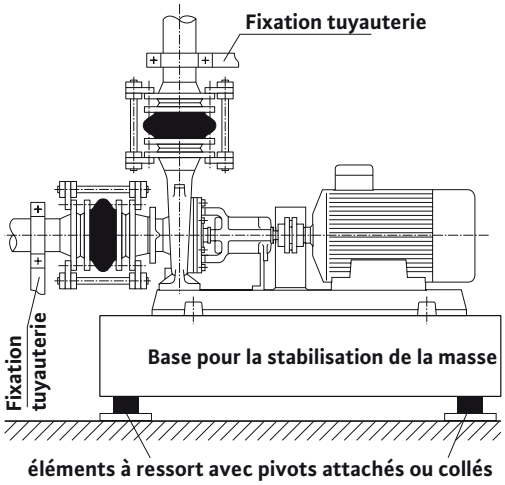
Pour des vitesses comprises entre 1000 et 3000 tr/min, on pourra utiliser des éléments isolants en caoutchouc/métal.

En dessous de 1000 tr/min, on utilisera des ressorts spiraux.

La figure ci-après montre un exemple de conception d'installation de pompage avec amortissement de vibration.

Suspension des tuyauteries :



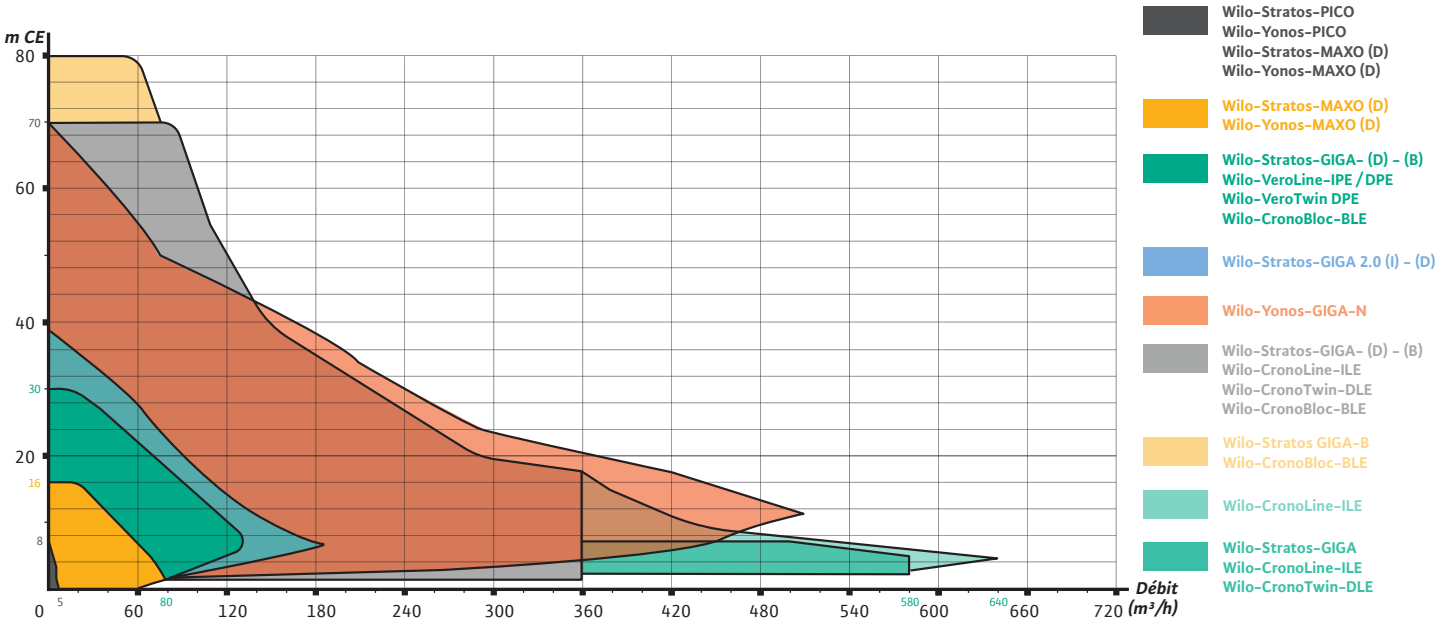


Nota : en concevant le support élastique, s'assurez qu'aucun pont acoustique n'est créé.

7. Aides à la sélection

Abaques et tableaux destinés à une approche de sélection. Il convient de se référer aux courbes de pompes pour validation.

Pompes et circulateurs à vitesse variable

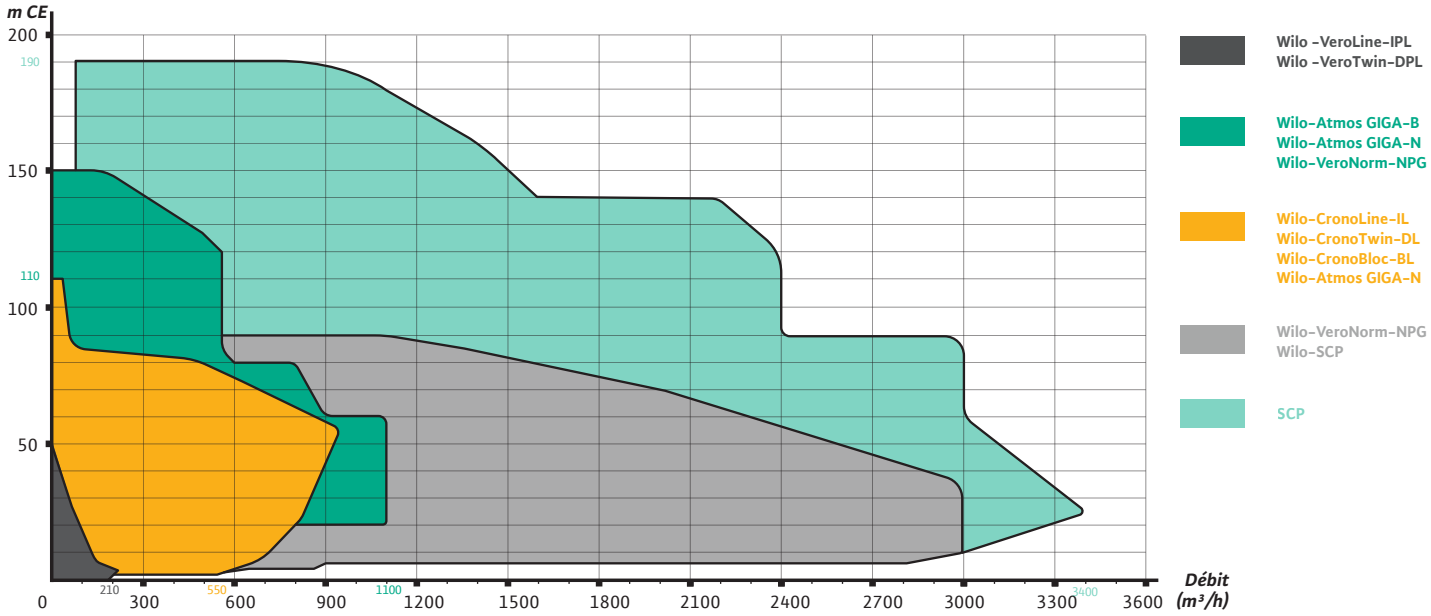


Références

	Débit max m³/h	HmT à débit nul mCE	Technologies	Rendements	Classification
Wilo-Stratos PICO	4	8	Circulateur	EEI ≤0,23	Smart
Wilo-Yonos PICO	4,5	8			Standard
Wilo-Stratos MAXO (D)*	60	16			Smart
Wilo-Yonos MAXO (D)*	55	16			Standard
Wilo-Stratos-GIGA 2.0 (I)-(D)	180	37	Pompe in-line	IE5 et MEI ≥ 0,7	Smart
Wilo-Stratos GIGA	540	65		IE5 et MEI ≥ 0,7	Premium
Wilo-Stratos GIGA D*	375	65		IE5 et MEI ≥ 0,7	Premium
Wilo-VeroLine-IPE	120	30		IE4 et MEI ≥ 0,4	Standard
Wilo-VeroLine-DPE	110	30		IE4 et MEI ≥ 0,4	Standard
Wilo-CronoLine-ILE	640	65		IE4 et MEI ≥ 0,4	Standard
Wilo-CronoLine-DLE	450	65		IE4 et MEI ≥ 0,4	Standard
Wilo-Stratos GIGA-B	340	80	Pompe bloc EN733	IE5 et MEI ≥ 0,7	Premium
Wilo-CronoBloc BLE	380	85		IE4 et MEI ≥ 0,4	Standard

*en mode normal/secours

Pompes à vitesse fixe



Références

	Débit max m³/h	HmT à débit nul mCE	Technologies	Rendements	Classification
Wilo-VeroLine-IPL	180	52	Pompe In-line	IE3 et MEI ≥ 0,4	Economy
Wilo-VeroTwin-DPL*	120	52			
Wilo-CronoLine-IL	900	108			
Wilo-CronoTwin-DL*	590	65			
Wilo-Atmos GIGA-B	1000	153	Pompe bloc EN733	IE3 et MEI ≥ 0,4	
Wilo-Atmos GIGA-N	1000	150	Pompe à accouplement	IE3 et MEI ≥ 0,4	
Wilo-VeroNorm NPG	2800	140			
Wilo-SCP	3400	200	Pompe à plan de joint	IE3 et MEI ≥ 0,4	Premium

*en mode normal/secours

8. Gammes de produits

Wilo-Stratos MAXO

Wilo-CronoLine-IL-E et CronoTwin-DL-E

Wilo-VeroLine-IPL et VeroTwin-DPL

Wilo-SiFlux

Wilo-Tagus

Wilo-Yonos MAXO

Wilo-VeroLine-IP-E et VeroTwin-DP-E

Wilo-CronoLine-IL et CronoTwin-DL

Wilo-SCE HVAC et SC-FC HVAC

Wilo-SiClean

Wilo-Stratos GIGA

Wilo-CronoBloc-BL-E

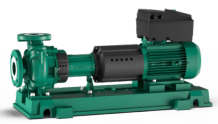
Wilo-Atmos GIGA-N

Wilo-CCE HVAC et CC-FC HVAC

Wilo-SiClean Comfort

Wilo-Stratos GIGA 2.0

Wilo-CronoBloc-BL


Wilo-Yonos GIGA-N

Wilo-WEH et WEH

Wilo-Sinum

Le relevage en chaufferie et sous stations

Système visant à assurer le relevage des eaux de chaufferie.

Dans le cadre du relevage d'eaux en chaufferie peut provenir d'eaux chaudes liées à une vidange ou l'ouverture de soupape. Ainsi il est nécessaire de prévoir une ou plusieurs pompes de relevage adaptées à ces températures.

1. Les différentes pompes de relevage utilisées en chaufferie

Pompe sur colonne à corps immergé

Spécifiquement conçues pour le relevage d'eau à haute température, ces pompes à colonne non immergées avec moteur normalisé fonctionnent avec un interrupteur à flotteur intégré pour l'installation stationnaire.

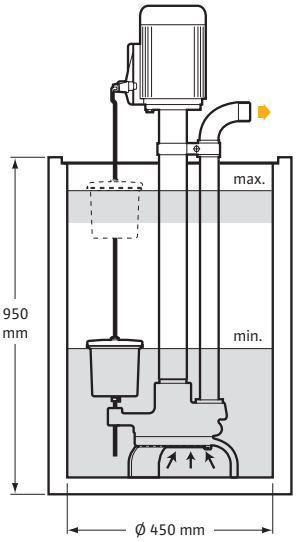
La conception de ces pompes permet de relever des eaux jusqu'à 95°C.

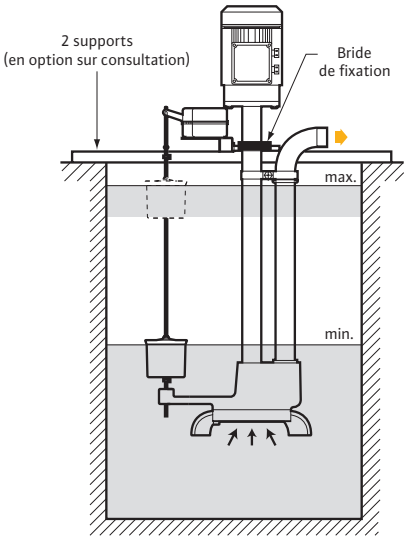
Le fond d'aspiration, équipé d'une crépine, forme un trépied qui supporte l'ensemble pompe et moteur.

Lorsque le puisard est peu profond, la pompe repose directement sur ses pieds support, le moteur étant toujours situé hors d'eau. Lorsque la profondeur du puisard devient trop grande, il convient alors de suspendre l'ensemble, fixé par bride à des supports horizontaux. Une conduite de refoulement, intégrée au corps de pompe, permet de rejeter les eaux en partie haute.

L'arrêt et la mise en route automatique de la pompe sont assurés par un interrupteur à flotteur réglable sur sa tige de guidage.

Pompe Wilo-Drain VC





Pompe de relevage submersible haute température

Spécifiquement conçues pour le relevage d'eau à haute température, ces pompes submersibles pour eaux usées en installation immergée stationnaire sont à associer à un coffret de commande et des flotteurs adaptés à la température.

La conception de ces pompes permet de relever des eaux jusqu'à 95°C.

Pompe Wilo-Drain TMT

Pompe de relevage submersible dites « vides caves »

Pour des raisons économiques, on préfère parfois la mise en place de pompes submersibles pour eaux usées en installation immergée stationnaire. Le fonctionnement est entièrement automatique grâce à un interrupteur à flotteur installé sur la pompe.

La conception de ces pompes permet de relever des eaux de 3 à 35°C , allant jusqu'à **une température de fluide de 90°C pendant 3 minutes**.

Pompe Wilo-Drain TMW 32

Pompe sur colonne	Pompes submersibles	
Wilo-Drain VC	**Wilo-Drain TMT**	**Wilo-Drain TMW 32**
Plages de température de fonctionnement		
3°C à 95°C	3°C à 95°C	3°C à 35°C Pouvant accepter une température de fluide de 90°C pendant 3 minutes
Débits maximums		
14 m³/h	22 m³/h	14 m³/h
HmT maximums		
20 mCE	16 mCE	10 mCE
Produits adaptés aux réseaux de chaleur		
+++	++	-

2. Gammes de produits

Wilo-Drain VC

Wilo-Drain TMT

Wilo-Drain TMW 32

0,2
0,3
0,4
0,1
0,5
6
bar

L'expansion des réseaux de chauffage et de froid

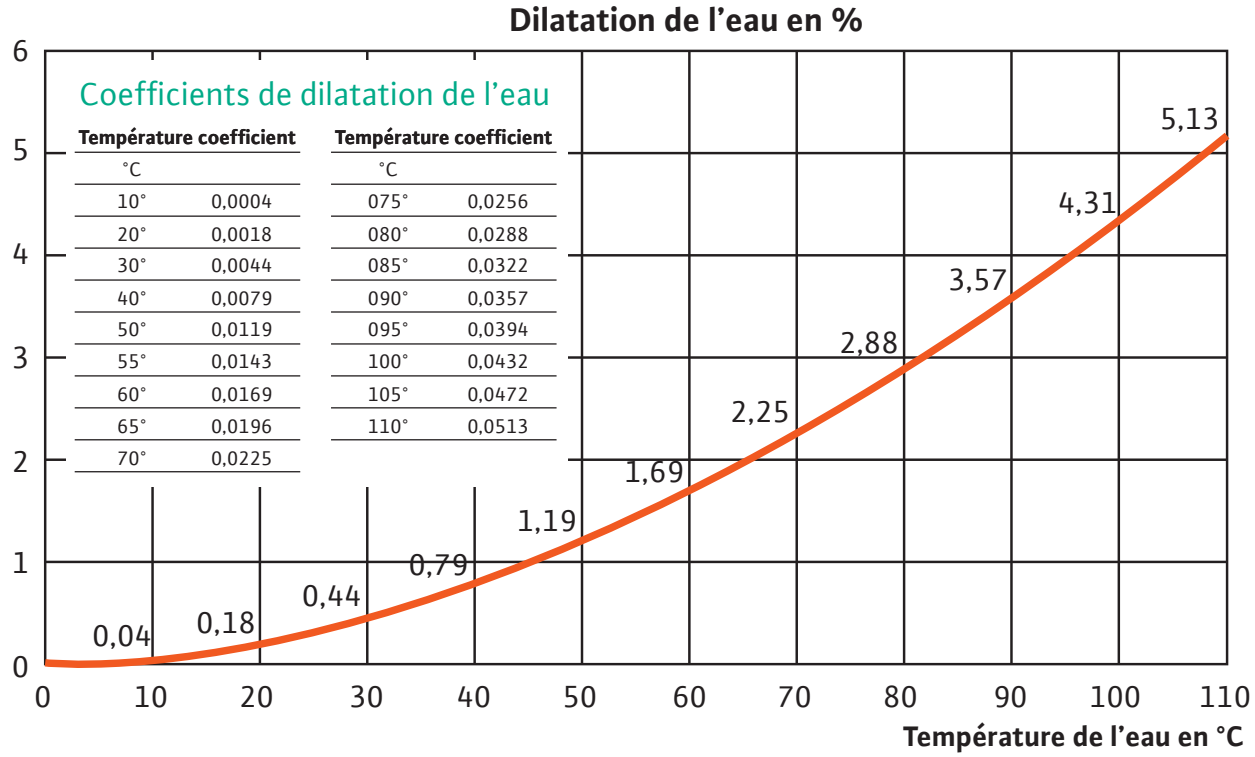
1. Pourquoi un système d'expansion ?

L'expansion est la dilatation volumique d'un fluide caloporteur sous l'effet de l'augmentation de la température. L'élévation de la température du fluide caloporteur génère une augmentation de volume.

La rétraction d'eau est le phénomène inverse.

Dans un circuit fermé, l'eau étant incompressible, des dispositifs spécifiques d'expansion (systèmes à charge de gaz fixe ou régulés) doivent permettre d'absorber les variations de volume sans risquer de mettre en péril l'installation et ses différents composants, tout en maintenant une pression statique suffisante en tout point du réseau.

Le principe est de recueillir le volume de liquide résultant de l'élévation de la température (volume d'expansion), et de restituer celui-ci lorsque la température s'abaisse.



Coefficients de dilatation de l'eau

Température °C	coefficient	Température °C	coefficient
10°	0,0004	075°	0,0256
20°	0,0018	080°	0,0288
30°	0,0044	085°	0,0322
40°	0,0079	090°	0,0357
50°	0,0119	095°	0,0394
55°	0,0143	100°	0,0432
60°	0,0169	105°	0,0472
65°	0,0196	110°	0,0513
70°	0,0225		

En chauffage, le système d'expansion permet d'absorber la dilatation de l'eau que l'on chauffe.
En eau glacée, le système d'expansion permet d'absorber la rétractation de l'eau que l'on refroidit.

2. Positionnement du système d'expansion – Point neutre

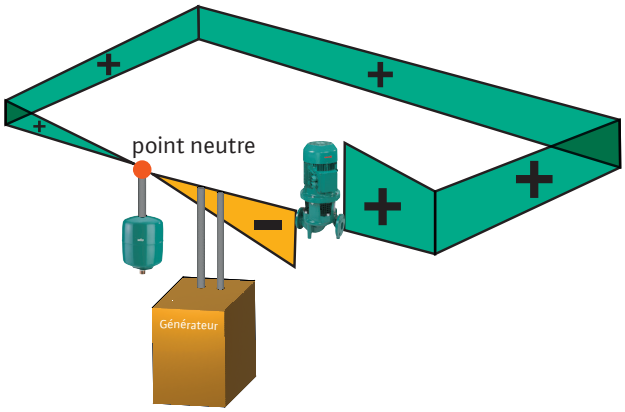
Le point neutre est conditionné par le raccordement hydraulique du système d'expansion sur l'installation.
A ce point de raccordement, la pression est identique pompe en marche ou à l'arrêt. Il y a toujours équilibre de la pression au point de raccordement du vase.

Le positionnement du système d'expansion est essentiel dans une installation de chauffage ou d'eau glacée.

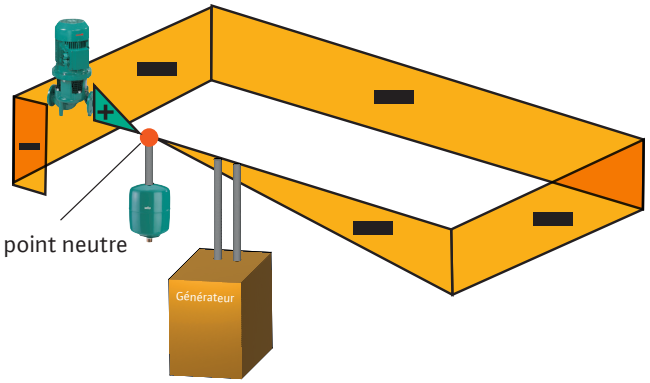
Ce dernier conditionne :

- la pression maximale dans l'installation sous risque d'une pression maximale acceptable dans l'installation,
- la pression à l'aspiration de la pompe sous risque de cavitation,
- la pression de tarage de la soupape de sécurité sous risque d'ouverture à pression maximale.

Situations favorable
Le vase étant placé avant la pompe
la HMT s'ajoute majoritairement
à la pression statique de l'installation



Situations défavorable
Le vase étant placé après la pompe
la HMT se soustrait majoritairement
à la pression statique de l'installation



3. Les différents systèmes d'expansion

Le système d'expansion le plus couramment utilisé est le vase d'expansion à charge de gaz fixe et à pression variable, notamment dans les installations de petite et moyenne puissance.

Pour les installations supérieures à 500 kW, d'autres systèmes sont proposés sur le marché, comme les groupes de maintien de pression à bâche ouverte, les groupes de maintien de pression à bâche fermée ou les vases d'expansion à compresseur d'air.

	FORCES	FAIBLESSES
Vases d'expansion fermés à charge de gaz fixe, pression variable	→ Simplicité de mise en oeuvre → Coût d'investissement réduit pour les petites installations → Pression adaptable (dans une certaine mesure) → Pas de contact direct avec l'atmosphère → Pertinent pour un volume d'expansion < 500 litres	→ Encombrement → Contrôles périodiques obligatoires (gonflage) → Dégradation dans le temps de la membrane (risque de porosité, sensibilité aux variations de température) → Matériel soumis à la pression du réseau (conformité réglementaire obligatoire) → Coût d'investissement élevé pour les grandes capacités → Absence d'appoint d'eau automatique en cas de fuite sur l'installation
Groupe de maintien de pression à bâche ouverte Pompe(s) + déverseur(s)	→ Système compact → Souplesse et simplicité de fonctionnement → Report d'informations : sécurités manque d'eau, pression trop faible, pression trop forte ect... → Consigne de pression réglable → Appoint d'eau automatique → Disconnexion naturelle avec eau de ville → Coût d'investissement réduit → Bâche non soumise à la pression → Dégazage permanent par mise à pression atmosphérique → Aucune maintenance nécessaire (pas de gonflage, lorsque le système est mis en oeuvre, et pas d'entretien spécifique ultérieurement hormis les entretiens courants)	→ Plan d'eau en contact avec l'atmosphère (légère oxygénation possible) → Alimentation électrique (manque d'eau en cas de coupure) → Perte possible de fluide par évaporation → Coût d'investissement élevé pour les petites installations
Groupe de maintien de pression à bâche fermée à vessie Pompe(s) + électrovanne(s)	→ Système compact → Souplesse et simplicité de fonctionnement → Report d'informations : sécurités manque d'eau, pression trop faible, pression trop forte etc... → Consigne de pression réglable → Appoint d'eau automatique → Pas de contact direct avec l'atmosphère → Vessie interchangeable → Bâche non soumise à la pression → Dégazage grâce à l'action combinée de la diminution de la pression jusqu'à la pression atmosphérique et aux bagues PALL	→ Dégradation dans le temps de la vessie (risque de porosité, sensibilité aux variations de température et additifs) → Gestion des condensats dans le vase → Température maximale du fluide limitée à 70°C → Alimentation électrique (manque d'eau en cas de coupure) → Coût d'investissement élevé → Disconnexion eau de ville à prévoir
Vases d'expansion fermés à pression constante Compresseur	→ Système compact → Souplesse de fonctionnement → Pression réglable → Sécurité manque d'eau → Pas de contact direct avec l'atmosphère	→ Température maximale du fluide limitée à 70°C → Alimentation électrique (manque d'eau en cas de coupure) → Pas de fonction d'appoint d'eau intégrée → Gestion des condensats dans le vase → Maintenance nécessaire → Dégradation dans le temps de la membrane (risque de porosité, sensibilité aux variations de température et additifs) → Matériel soumis à la pression du réseau (conformité réglementaire obligatoire) → Coût d'investissement élevé

Vase d'expansion à charge de gaz fixe et à pression variable

Il s'agit de vases fermés constitués d'une enveloppe avec traitement de surface anticorrosion et d'une séparation totale entre l'eau et le gaz par vessie ou membrane.

Ils sont installés sur la canalisation principale retour, montés directement sur la tuyauterie ou bien posés au sol. Ainsi, la membrane sera en contact avec une eau moins chaude ce qui favorisera sa longévité. Il est recommandé d'assurer un contrôle de la pression au moins une fois par an.

Avant la mise en température, la pression à l'intérieur du vase équilibre la pression statique de l'installation. L'azote occupe alors entièrement le volume du vase, la membrane restant plaquée contre la paroi.

Pendant la mise en température, le volume d'eau dans le circuit augmentant sous l'effet de la dilatation, la membrane se comprime. Le volume d'azote diminue tandis que la pression dans l'installation augmente. Après la mise en température, la pression finale avoisine la pression de tarage de la soupape de sécurité. A l'arrêt de la chaudière, l'eau du circuit se refroidit et la pression dans l'installation diminue. L'eau contenue dans le vase retourne dans le réseau pour rétablir la pression et le volume.

Pour les circuits d'eau glacée, le volume d'expansion résultera, au contraire, d'une élévation de la température lors de l'arrêt de l'installation. En effet, le volume de l'eau diminue au refroidissement du réseau. Le vase d'expansion renvoie alors l'eau dans le circuit pour maintenir la pression. A l'arrêt de l'installation, l'eau se dilate sous l'effet de la température ambiante. Le volume d'eau dilatée pénètre alors dans le vase, venant comprimer la membrane.

Ces variations de pression et de volume de gaz obéissent à la loi de Mariotte.

Les réservoirs d'expansion à charge de gaz fixe sont particulièrement adaptés aux réseaux de petite et moyenne puissance

Groupe de maintien de pression à bâche ouverte

Pour les installations de forte contenance, on a souvent recours à des systèmes sans vase d'expansion, dits systèmes de maintien de pression.

Ces systèmes sont composés :

- D'un système de déverse par déversseur(s) sur les systèmes Wilo-WEH/WEV
- D'une bâche de stockage à pression atmosphérique
- D'un système de pompage
- D'un système d'appoint d'eau
- D'élément de reports d'informations

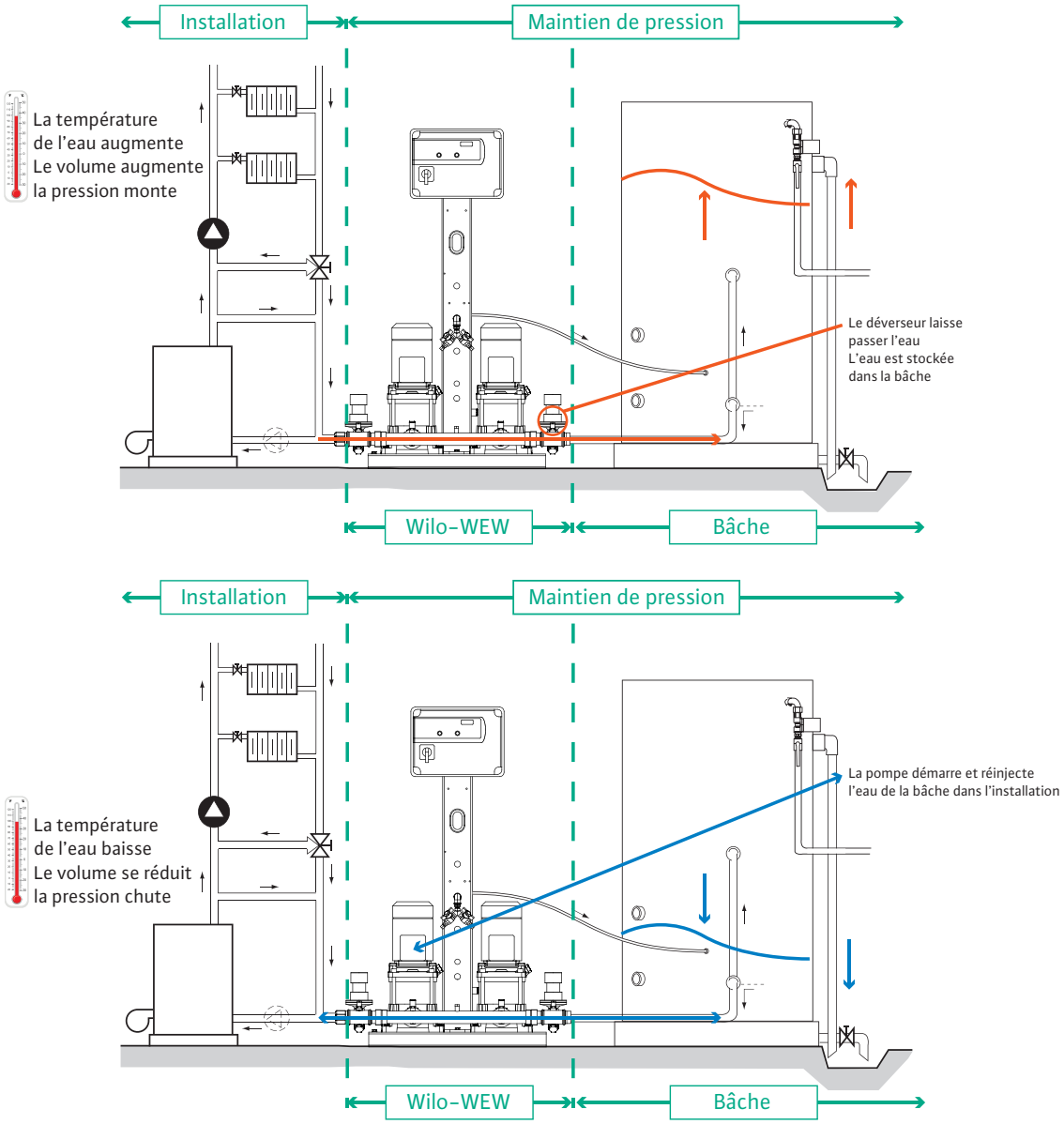
Dès que la pression dans le réseau devient trop forte, une ou deux vannes déverseuses réglables (avec filtre de protection monté en amont) laissent fuir le volume expansé vers la bâche de stockage. Dès que la pression dans le réseau est trop faible, l'eau de cette bâche est réintroduite dans le circuit par l'intermédiaire d'une pompe de réinjection de type multicellulaire. Son rôle est de fournir un débit suffisant afin de compenser la contraction de l'eau du circuit.

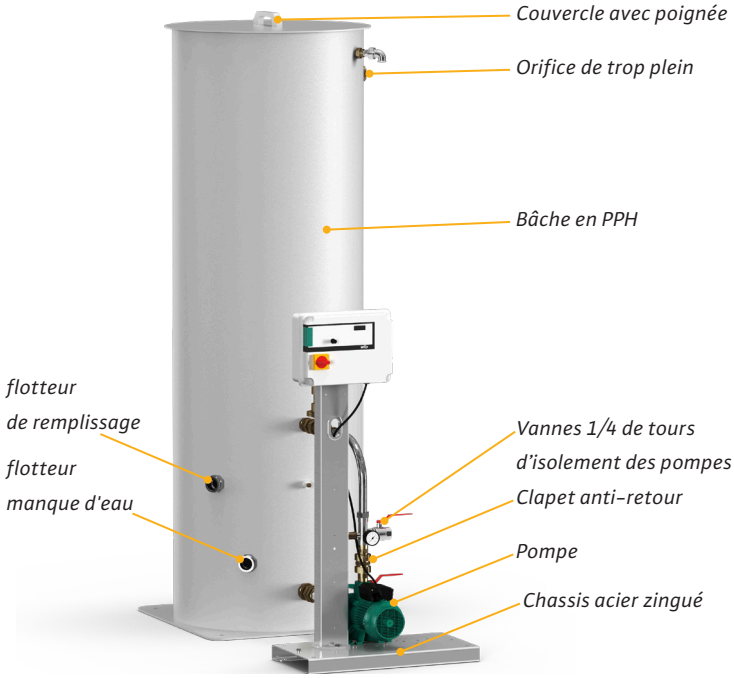
Le volume utile de la bâche doit être légèrement supérieur au volume d'expansion.

Sur les grandes installations, notamment les réseaux de chaleur, le volume d'expansion étant très important, il sera parfois nécessaire d'installer des bâches sur mesure de très grande capacité ou bien plusieurs bâches montées en parallèle.

Une électrovanne d'alimentation d'eau de ville permet les appoints d'eau automatiques du réseau avec une disconnexion naturelle dans la bâche.

Wilo-WEV et Wilo-WEH

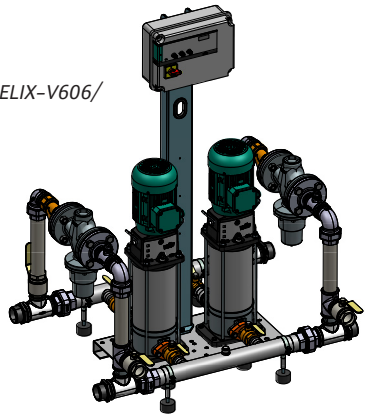




Pour des réseaux avec des contraintes spécifiques, Wilo est en mesure de proposer des groupes de maintien de pression à bâche ouverte, sur mesure. Dans le langage Wilo, ces systèmes sont appelés « MSO ».

Il est par exemple possible de proposer un groupe de maintien de pression équipé de pompes à vitesse variable, et de vannes pilotées pour la déverse.

Wilo-WEV-11- Wilo-HELIX-V606/
CE-T-2D-DN40-MSO



Groupe de maintien de pression à bâche fermée avec vessie

Ces systèmes sont également adaptés aux installations de moyenne et forte contenance.

Ces systèmes sont composés :

- D'un système de déverse par électrovanne(s) sur les systèmes Wilo-Sinum
- D'une bâche de stockage à vessie et à pression atmosphérique (sans contact avec l'air)
- D'un système de pompage
- D'un système d'appoint d'eau
- D'élément de reports d'informations
- D'un système de dégazage associé à des bagues palls sur les systèmes Wilo-Sinum

Dès que la pression dans le réseau devient trop forte, une ou deux électrovannes de déverse (avec filtre de protection monté en amont) laissent fuir le volume expansé vers la bâche de stockage. Dès que la pression dans le réseau est trop faible, l'eau de cette bâche est réintroduite dans le circuit par l'intermédiaire d'une pompe de réinjection de type multicellulaire. Son rôle est de fournir un débit suffisant afin de compenser la contraction de l'eau du circuit.

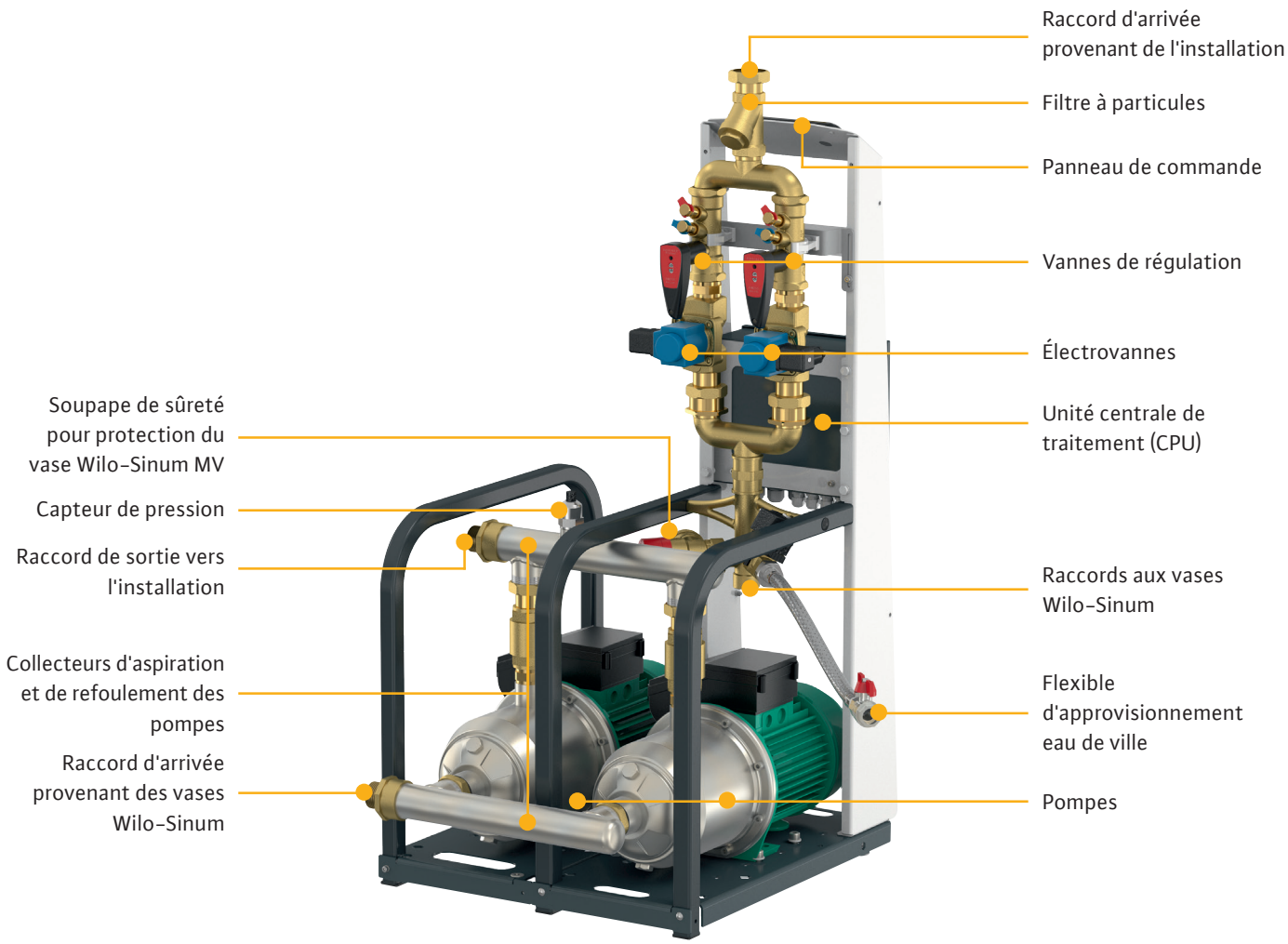
Le volume utile de la bâche doit être supérieur au volume d'expansion.

Ce système Wilo-Sinum permet un meilleur dégazage de l'eau du réseau.

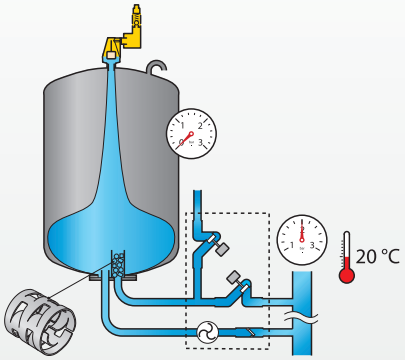
Sur les grandes installations, notamment les réseaux de chaleur, le volume d'expansion étant très important, il sera parfois nécessaire d'installer des bâches sur mesure de très grande capacité ou bien plusieurs bâches montées en parallèle.

Une électrovanne d'alimentation d'eau de ville permet les appoints d'eau automatique du réseau.

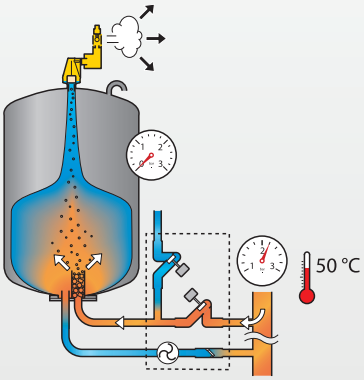
Wilo-Sinum



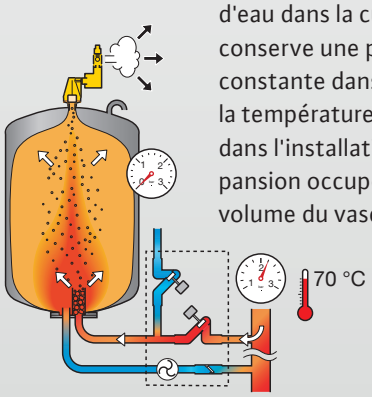
1. Froid
L'automate contient une faible quantité d'eau. L'automate est toujours à l'arrêt.



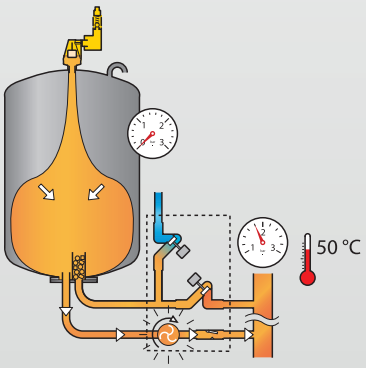
2. Préchauffage
Le volume d'eau et la pression dans le système augmentent. Le Wilo-Sinum s'adapte en ouvrant l'électrovanne. L'eau s'écoule dans le vase hors pression. L'eau du vase est dégazée du fait de la chute de pression et de la présence des bagues PALL.



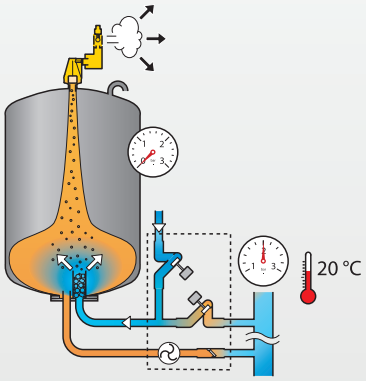
3. Pleine puissance
En stockant un volume croissant d'eau dans la cuve, l'automate conserve une pression quasiment constante dans le système. Une fois la température maximale atteinte dans l'installation, le volume d'expansion occupe la quasi totalité du volume du vase.



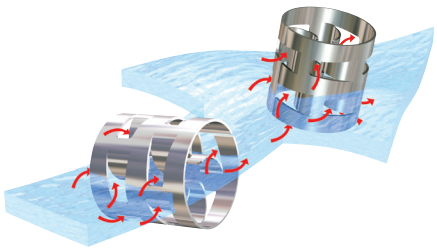
4. Refroidissement
Le volume d'eau et la pression dans le système diminuent. L'eau dégazée est cette fois pompée du vase dépressurisé vers le système afin de restaurer la pression du système.



5. Appoint
Si le niveau d'eau dans le vase baisse jusqu'à un niveau critique, un volume d'eau approprié sera acheminé vers le système à partir du réseau d'eau de ville.
Cette eau sera dégazée (par la perte de pression et les bagues PALL) avant d'être introduite dans le vase.



Dégazage actif
L'utilisation de bagues PALL positionnées à l'entrée du vase d'expansion permet de dégazer l'eau de l'installation qui est déversée dans le vase d'expansion.
La fonction « Turbo-vent » augmente considérablement la capacité de dégazage.



Les systèmes de vases fermés à pression constante.

Dans ces systèmes, un dispositif permet de réguler la pression du gaz par ajout ou suppression d'air comprimé. Contrairement aux vases à charge de gaz fixe, le fluide caloporteur peut occuper l'ensemble du volume du réservoir.

Lors de l'élévation de la température dans une installation, l'eau pénètre dans le vase, faisant augmenter la pression de l'air par compression. Un pressostat commande alors l'ouverture d'une électrovanne d'échappement.

En sens inverse, un abaissement de la température entraîne une chute de la pression. Une commande pressostatique enclenche alors le fonctionnement du compresseur d'air.

Ces systèmes ne permettent pas un appoint d'eau automatique du réseau.

La gestion de la pression d'air par un compresseur peut engendrer des condensats entre la vessie et les parois du réservoir (corrosion).

4. Dimensionnement des groupes de maintien de pression équipés de pompes

Bâches et réservoirs

Volume d'expansion

Le volume total de l'installation est normalement défini par le concepteur.
Cependant, on trouve différentes valeurs indicatives, par exemple :

Coefficients de dilatation de l'eau

tmax / tR	°C	90/70	80/60	70/55	70/50	60/40	50/40	40/30
Radiateur fonte	vA litre/kW	14,0	16,5	20,1	20,6	27,9	36,6	–
Radiateur panneaux acier	vA litre/kW	9,0	10,1	12,1	11,9	15,1	20,1	–
Convecteurs	vA litre/kW	6,5	7,0	8,4	7,9	9,6	13,4	–
Batteries	vA litre/kW	5,8	6,1	7,2	6,6	7,6	10,8	–
Chauffage au sol	vA litre/kW	9,2	10,3	11,8	11,9	14,7	18,0	26,8

Contenance en eau par mètre de tuyauterie – tube acier noir

Ø (pouces)	Ø extérieur x épaisseur (mm)	Contenance en eau (l/m)
1/4"	13,5 x 2	0,07
3/8"	17,2 x 2	0,14
1/2"	21,3 x 2,3	0,22
3/4"	26,9 x 2,3	0,39
1"	33,7 x 2,9	0,61
1"1/4	42,4 x 2,9	1,05
1"1/2	48,3 x 2,9	1,42
2"	60,3 x 3,2	2,28
2"1/2	76,1 x 3,2	3,82
3"	88,9 x 3,2	5,35
4"	114,3 x 3,6	9,01
5"	139,7 x 4,5	13,42
6"	168,3 x 4,5	19,93
8"	219,1 x 4,5	33,75
10"	273 x 6,3	53,26
12"	323,9 x 7,1	75,33
13''	355,6 x 8	90,58
15''	406,4 x 8,8	118,73
17''	457 x 10	149,99
20''	508 x 11	185,51
21''	559 x 12,5	223,96
23''	610 x 12,5	268,78

Il est également important de tenir compte des volumes tampons qui peuvent présenter des volumes importants comme dans les applications biomasse.

Le volume d'expansion dépend du type de fluide caloporteur, du volume total de l'installation ainsi que du coefficient de dilatation entre la température de remplissage et de la température moyenne de fonctionnement.

V exp= V installation X (Cm –Cr)

Cm = Coeff. de dilatation à la T°moyenne de fonctionnement
Cr = Coeff. de dilatation à la T°de remplissage.

Coefficients de dilatation de l'eau

Température [°C]	Coefficient	Température [°C]	Coefficient
10°	0,0004	75°	0,0256
20°	0,0018	80°	0,0288
30°	0,0044	85°	0,0322
40°	0,0079	90°	0,0357
50°	0,0119	95°	0,0394
55°	0,0143	100°	0,0431
60°	0,0169	105°	0,0472
65°	0,0196	110°	0,0513
70°	0,0225		

Dans le cas d'eau glycolée, le coefficient d'expansion est plus élevé. Le coefficient d'expansion sera à déterminer en fonction des masses volumiques des fluides.

Par défaut, sur une installation de chauffage classique la température la plus faible correspond à la température de remplissage à savoir 10°C.
Pour les réseaux de chaleur importants, il peut être admis avec l'accord du gestionnaire de considérer une température supérieure à la température de remplissage afin de diminuer la capacité de stockage d'expansion. Dans ce cas, il est à considérer que lors de la mise et des remises en chauffe, l'excédant d'eau correspondant au surplus d'expansion non stocké soit évacué par le trop-plein du groupe de maintien de pression vers l'égout.
Sur une installation d'eau glacée, la température la plus élevée correspond à la température ambiante de l'installation à l'arrêt.

Volume de réserve

Le volume de réserve permet de compenser les pertes éventuelles de l'installation liées à de petites fuites par exemple.
La norme EN 12828 impose un volume de réserve correspond à 0,5% du volume total du système.
Pour les petites installations, un minimum de 3 litres est couramment utilisé.

Réservoir de refroidissement

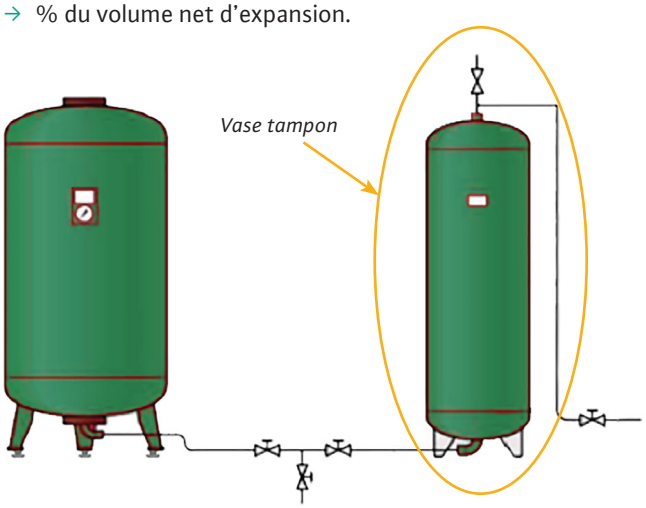
En règle générale la température maximale d'utilisation des vases d'expansion et des groupes de maintien de pression à bâche fermée avec vessie est de 70°C. Pour les groupes de maintien de pression à bâche ouverte types Wilo-WEH et Wilo-WEV, la température maximale d'utilisation est de 90°C.

Pour les installations ayant une température de retour supérieure à celle requise, il est possible d'installer un réservoir tampon pour abaisser la température de retour.

Le volume du réservoir tampon est défini en fonction de :

→ Température du réseau

→ % du volume net d'expansion.



Pourcentage du volume net d'expansion à considérer en fonction de la température de départ

T° de départ	Volume net d'expansion
90–110°C	15%
111–125°C	25%
126–140°C	40%
141–150°C	60%

Exemple

Volume d'expansion: 1740 litres

Température de départ : 105–95°C

Soit volume réservoir tampon requis :
15% du volume net d'expansion

Volume réservoir tampon:

V = 0.15 X 1740 = 261 litres

Dimensionnement de la bâche

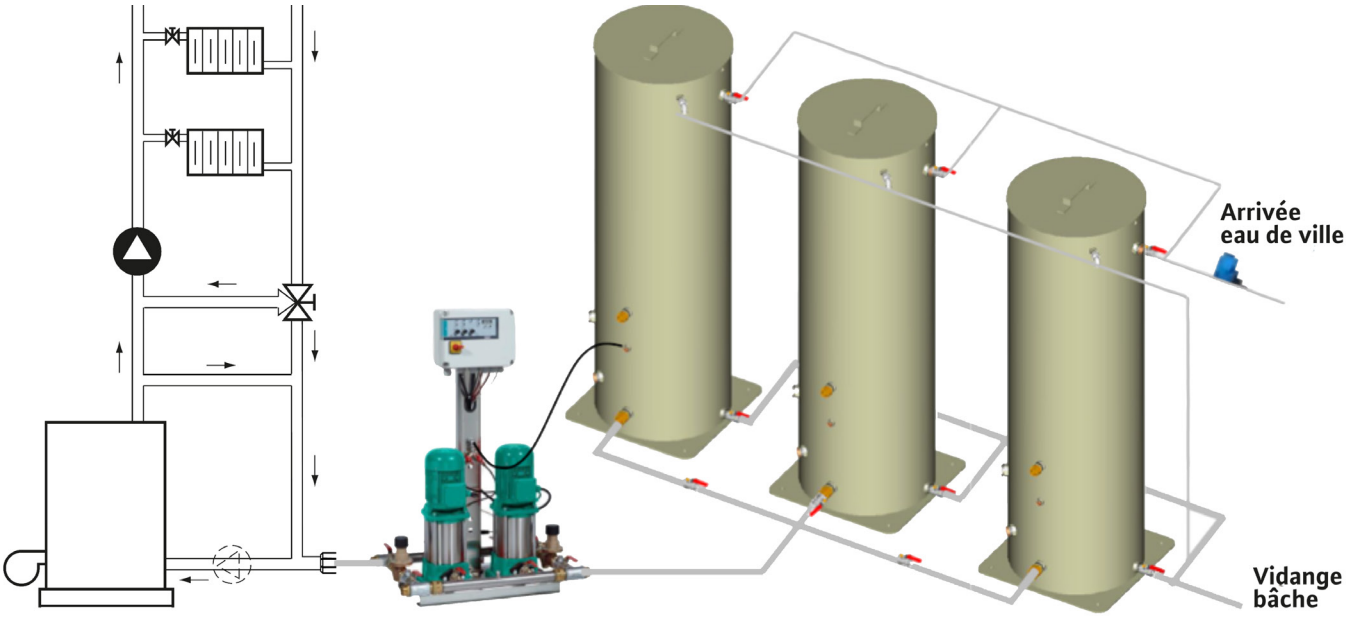
La taille de la bâche à l'air libre dépend directement des volumes d'expansion et de la réserve calculé.

Bâches ouvertes		
Type	Capacité (l)	Capacité utile (l)
Wilo-BACHE-200	200	170
Wilo-BACHE-400	400	355
Wilo-BACHE-600	600	485
Wilo-BACHE-800	800	665
Wilo-BACHE-1000	1000	800
Wilo-BACHE-1500	1500	1240
Wilo-BACHE-2000	2000	1790
Wilo-BACHE-2500	2500	2030
Wilo-BACHE-3000	3000	2580
Wilo-BACHE-3500	3500	2860
Wilo-BACHE-4000	4000	3340
Wilo-BACHE-5000	5000	4220

Réservoirs fermés avec vessie		
Type	Capacité (l)	Capacité utile (l)
Wilo-Sinum MV 200	200	170
Wilo-Sinum MV 300	300	255
Wilo-Sinum MV 400	400	340
Wilo-Sinum MV 500	500	425
Wilo-Sinum MV 600	600	510
Wilo-Sinum MV 800	800	680
Wilo-Sinum MV 1000	1000	850
Wilo-Sinum MV 1200	1200	1020
Wilo-Sinum MV 1600	1600	1360
Wilo-Sinum MV 2000	2000	1700
Wilo-Sinum MV 2800	2800	2380
Wilo-Sinum MV 3500	3500	2975
Wilo-Sinum MV 5000	5000	4250
Wilo-Sinum MV 6500	6500	5525
Wilo-Sinum MV 8000	8000	6800
Wilo-Sinum MV 10000	10000	8500

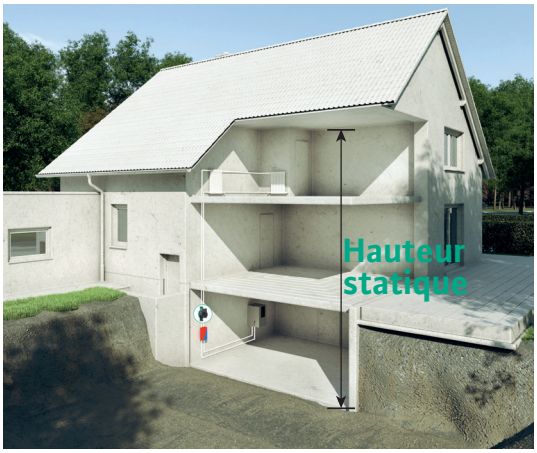
Il est possible d'augmenter la capacité d'expansion ou de diminuer la taille des bâches en combinant plusieurs d'entre elles, de mêmes volumes en parallèle.

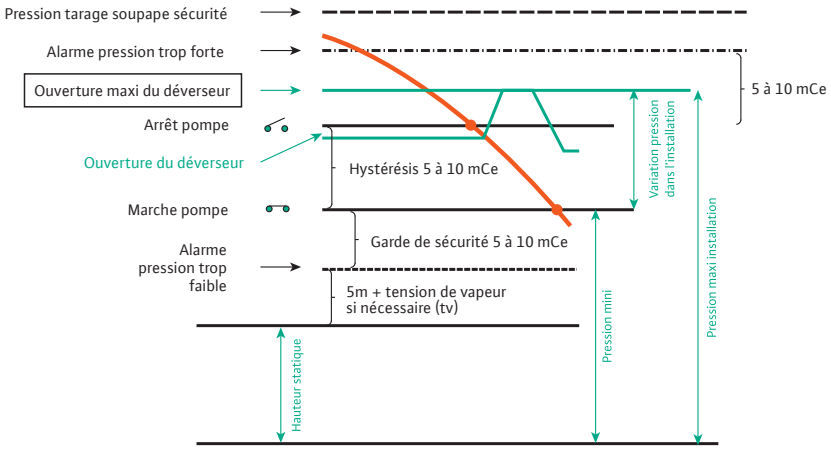
Exemple de raccordement de plusieurs bâches avec systèmes Wilo WEV



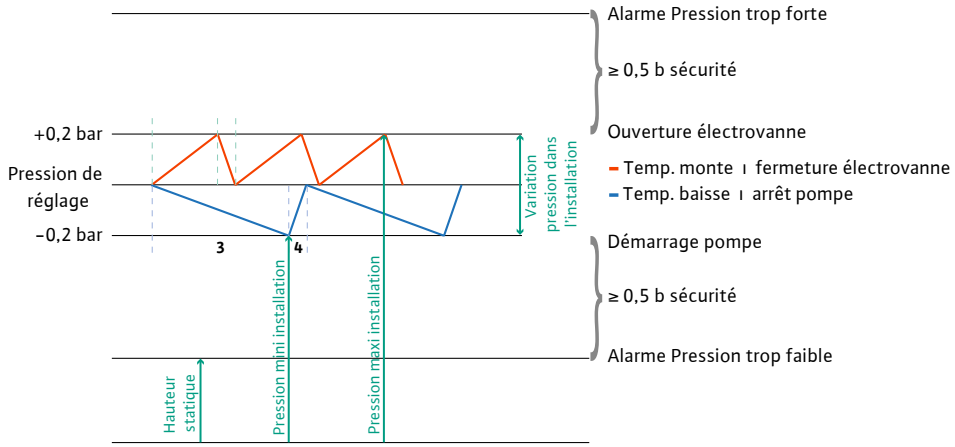
Unités de commande et pompes

Principe de fonctionnement Wilo-WEH et WEV :





Principe de fonctionnement Wilo-Sinum :



Dimensionnement de la pression statique :

Pression statique = Hauteur statique* + pression minimale en point haut**
+ tension de vapeur (s'il y a lieu)

*Hauteur statique = hauteur entre le raccordement du système d'expansion et le point le plus haut de l'installation

** Pression minimale de 0,5 bar.

Certains équipements installés en haut de l'installation, peuvent nécessiter une pression minimum de fonctionnement. Dans ce cas la pression minimale en point haut devra être majorée.

Cas des installations en terrasse :

Si le maintien de pression est installé en terrasse la hauteur statique n'est plus prise en compte dans la HMT de la pompe. On s'intéressera uniquement à la pression nécessaire à maintenir en terrasse.

Dimensionnement de la HMT pompe :

Pour les systèmes d'expansion équipés de pompes (Wilo-WEH/WEV/Sinum), la HMT pompe sera définie de la façon suivante :

HMT pompe = pression statique + 0,5 bar minimum

Dimensionnement du débit de déverse et du débit de pompe

Le débit de déverse doit compenser la dilatation du fluide qui traverse le générateur de chaleur.

La dilatation est liée à la différence de température entre l'entrée et la sortie du générateur en fonction du débit volumique le traversant. Les systèmes Wilo sont étudiés pour permettre aux déverseurs ou soupapes de décharge d'assurer un débit de déverse jusqu'à 3 m³/h en version standard.

Pour des réseaux avec des contraintes de débit de déverse supérieur, Wilo est en mesure de proposer des groupes de maintien de pression à bâche ouverte, sur mesure.

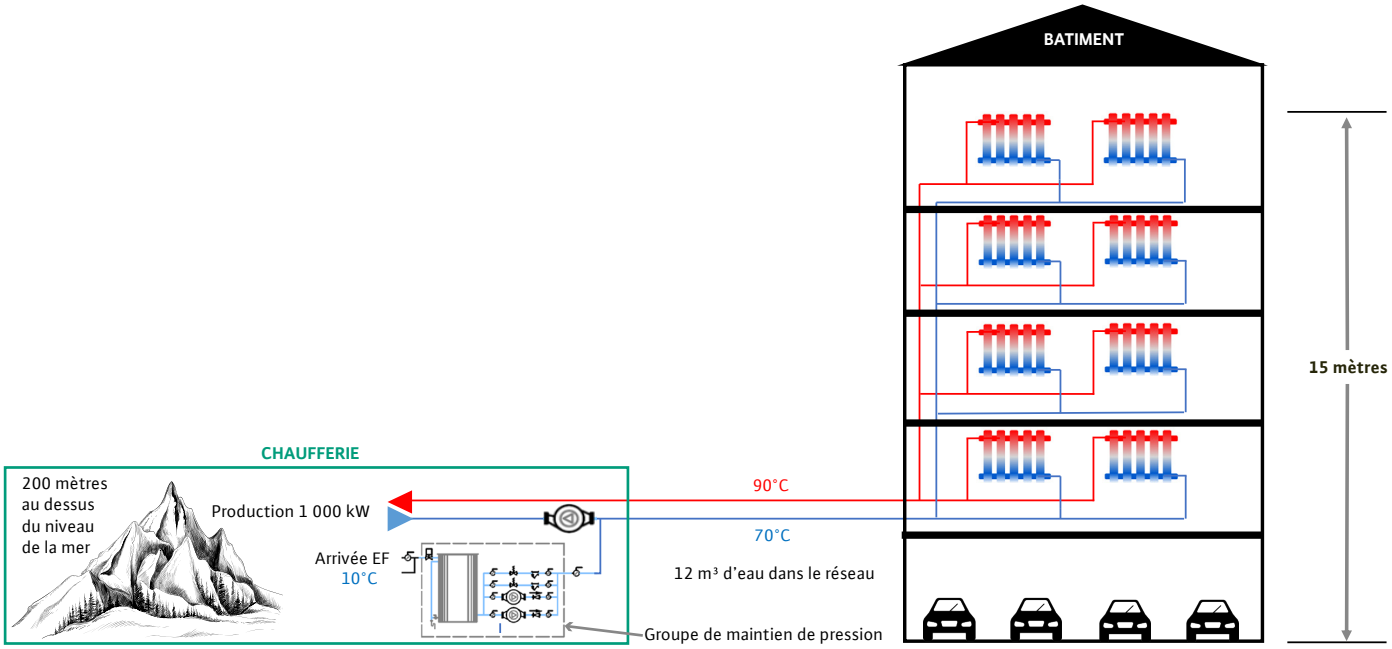
Le débit des pompes de remplissage dépend du temps de refroidissement de l'installation. Cette donnée est difficile à déterminer. C'est pourquoi le débit des pompes de remplissage est calé sur le débit de déverse.

Les pompes Wilo-Economy MHIL, MHI, MVI et MVIL installées sur les modules d'expansion standard ont un débit nominal de 3 m³/h.

5 – Etude de cas

Le choix de la technologie des pompes et les modes de fonctionnement influent directement sur le coût de pompage.

Nous considérons la sélection d'un groupe de maintien de pression à bâche ouverte Wilo, composé de deux pompes horizontales dont une en secours et deux déverseurs.
Les données de l'installation sont les suivantes :



1 – Caractéristiques de l'installation		
Liquide	–	Eau de chauffage sans additif
Altitude	Mètres	200
Volume de l'installation	Litres	12 000
Puissance max. de production de chauffage nécessaire (besoin réel)	kW	1 000
Débit volumique	m³/h	43
Hauteur statique	Mètres	15
Température départ	°C	90
Température retour	°C	70
Température de remplissage	°C	10

Le **volume d'expansion** est déterminé en fonction du coefficient de dilatation de l'eau, dont les valeurs sont mentionnées en annexe et se calcul selon la formule suivante :

Volume d'expansion =
volume de l'installation X (Cm – Cr)
= 12 000 X (0,0288 – 0,0004)

Le volume de réserve est de 0,5% du volume de l'installation, suivant la norme EN 12828 = 12 000 X 0,5%
Le volume brut à stocker est l'addition du volume d'expansion et du volume de réserve.
Le volume brut du réservoir sera sélectionné dans le tableau annexe suivant le type de bâche (ouverte ou fermée à la pression atmosphérique).

Coefficients de dilatation de l'eau

Température [°C]	Coefficient	Température [°C]	Coefficient
10°	0,0004	75°	0,0256
20°	0,0018	80°	0,0288
30°	0,0044	85°	0,0322
40°	0,0079	90°	0,0357
50°	0,0119	95°	0,0394
55°	0,0143	100°	0,0431
60°	0,0169	105°	0,0472
65°	0,0196	110°	0,0513
70°	0,0225		

2 – Volume d'expansion		
Coefficient de dilatation à la température moyenne de fonctionnement	-	0,0288
Coefficient de dilatation à la température de remplissage	-	0,0004
Coefficient d'expansion	%	341
Coefficient brut de réserve norme EN12868	Litres	60
Volume brut à stocker	Litres	401

La **pression à maintenir** est déterminée en additionnant la hauteur statique, la tension de vapeur (si supérieure à 90°C) et la pression minimale à maintenir au point le plus défavorable.

Les valeurs de tensions de vapeur sont mentionnées en annexe.

3 – Pression à maintenir		
Hauteur statique	mètres	15
Pression minimale à maintenir au point le plus défavorable	Bar	1
Pression théorique à maintenir	Bar	2,5

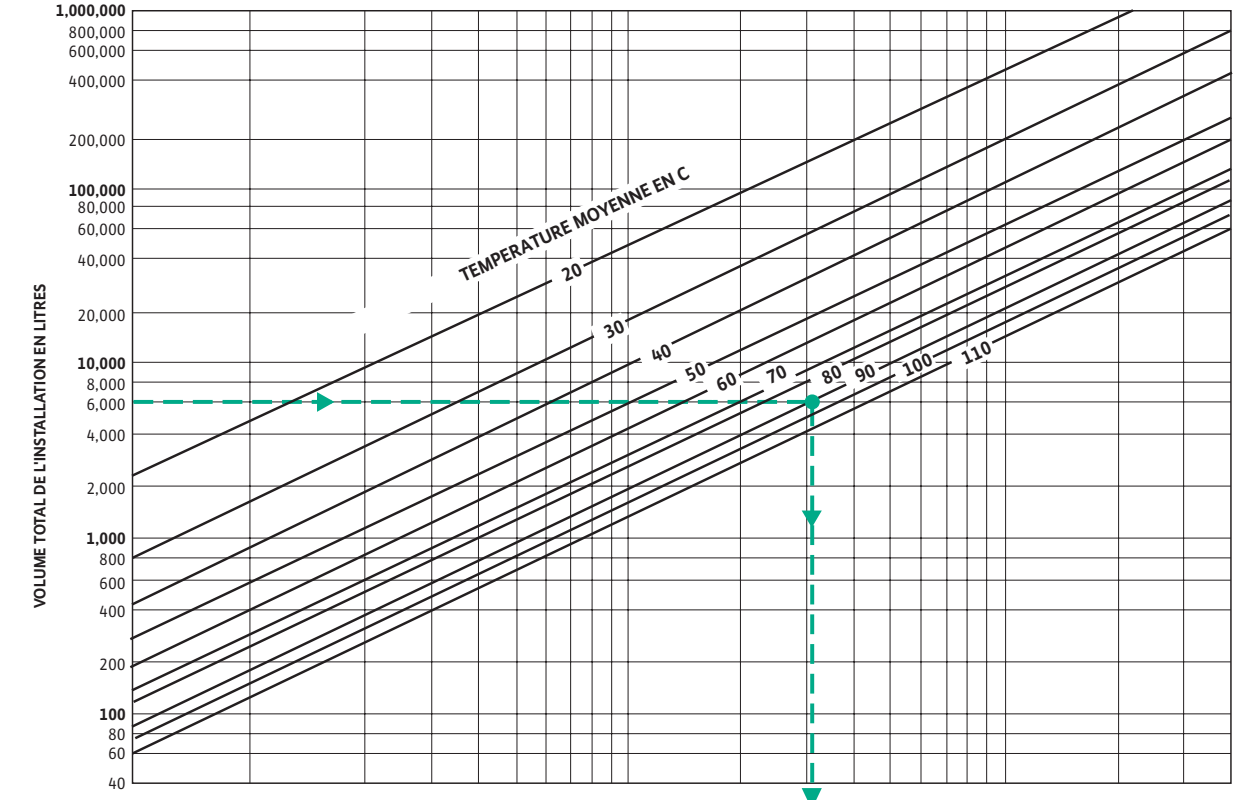
L'ensemble des données ci-dessus permet la **sélection du groupe de maintien de pression**

4 – Sélection du groupe de maintien de pression		
Nombre de pompes et fonctionnement	Unité	**1 pompe normale + 1 pompe secours**
Nombre de déverseurs	Unité	**2**
Modèle de l'unité de commande	Litres	**WEH303**
Capacité des bâches	Litres	**600**

6. Aides à la sélection

Abaques et tableaux destinés à une approche simplifiée de sélection.
Contacter votre interlocuteur Wilo pour un dimensionnement adapté à votre installation.

Vases d'expansion à charge de gaz fixe et à pression variable



3 bar	5m	6	8	12	18	24	35	50	80	100	150	200	250	300	500	750	1000	1500	2000	3000	4000			
3	10	8	12	18	24	35	50	80	100	150	200	250	300	500	750	1000	1500	2000	3000	4000				
3	15	12	18	24	35	50	80	100	150	200	250	300	500	750	1000	1500	2000	3000	4000					
4	20	12	18	24	35	50	80	100	150	200	250	300	500	750	1000	1500	2000	3000	4000					
4.5	25	24	50	100	150	200	300	500	750	1000	1500	2000	3000	4000										
5	30	24	50	100	150	200	300	500	750	1000	1500	2000	3000	4000										
5.5	35	24	50	100	150	200	300	500	750	1000	1500	2000	3000	4000										
6 bar	40m	24	50	100	150	200	300	500	750	1000	1500	2000	3000	4000										

Hauteurs statiques en m

Pressions d'ouverture des soupapes en bars (ou tarage soupapes).

NOTA: Au-delà de 500 litres, utiliser des multiples ou addition de vases.
Pour l'expansion des réseaux d'eau sanitaire, chaude ou froide, l'utilisation de réservoirs de qualité alimentaire est obligatoire.
Ces vases assurent également la sécurité des réseaux remplis d'eau et de glycol à 30%

Groupes de maintien de pression

Groupes de maintien de pression à BACHE OUVERTE	Groupes de maintien de pression à BACHE FERMEE avec vessie
Wilo-WEH / Wilo-WEV	**Wilo-Sinum**
Plages de température de fonctionnement	
5°C à 90°C	3°C à 70°C (au-delà réservoir de refroidissement indispensable)
Pressions de service à maintenir	
Wilo-WEH ≤ 6 bar Wilo-WEV ≤ 8 bar Sur consultation au-delà	16 bar
Souplesse et simplicité de fonctionnement	
Sécurités manque d'eau, pression trop faible, pression trop forte	
Consigne de pression réglable	
Bâche non soumise à la pression du réseau	
Appoint d'eau	Appoint d'eau automatique avec désaération de l'eau de ville à chaque appoint d'eau
Déverse par trop-plein en cas de pression trop forte sans arrêt du système	Déverse par soupape de sécurité en cas de pression trop forte dans le vase avec arrêt du système (mise en sécurité)
Reports de défaut, report de manque d'eau	Reports de défaut, report de manque d'eau
Dégazage par mise à la pression atmosphérique	Dégazage grâce à l'action combinée de la mise à la pression atmosphérique et à l'utilisation de la technologie des bagues PALL.
	Phase de dégazage automatique en cas de faible expansion (ex : réseau de froid urbain)
Faible coût d'investissement pour les moyennes et grandes installations	Pas de contact direct avec l'atmosphère
Pas de maintenance nécessaire hormis les entretiens courants	

Groupe de maintien de pression à BACHE OUVERTE			
Types	**Types de pompes**	**Pression de réglage (bar)**	**Puissance installée (kW)**
Wilo-WEH 303	MHIL303	0,9 – 3,2	500 - 6000
Wilo-WEH 304	MHIL305	1,1 – 4,2	
Wilo-WEH 305	MVIL303	1,5 – 5,4	
Wilo-WEH 306	MVIL305	2 – 6,6	
Wilo-WEV 303	MVIL306	0,9 – 3,2	
Wilo-WEV 304	MVIL307	1,1 – 4,2	
Wilo-WEV 305	MVIL308	1,5 – 5,4	
Wilo-WEV 306	MVIL306	2 – 6,6	
Wilo-WEV 307	MVIL307	2,1 – 7,8	
Wilo-WEV 308	MVIL308	2,2 – 8,8	

Groupe de maintien de pression à BACHE FERMEE avec vessie			
Types	**Types de pompes**	**Pression de réglage (bar)**	**Puissance installée (kW)**
Wilo-Sinum M02 / D02	MHIL104	1,2 – 3,5	500 - 2300
Wilo-Sinum M10 / D10	MHI205	2 - 5	900 - 4700
Wilo-Sinum M20 / D20	MHI405	2 - 5	1600 - 8400
Wilo-Sinum M60 / D60	MVI210	3,5 – 8,5	1400 - 4700
Wilo-Sinum M80 / D80	MVI212	4,7 - 10	1400 - 4900
Wilo-Sinum M100 / D100	MVI214	5,9 – 14,1	1300 - 5200
Wilo-Sinum M130 / D130	MVI220	8 – 14,4	3300 - 5300

Fonctionnement sur une seule pompe et calculé pour un débit de déverse sur un régime de température 90/70°C

La pression de service est à rapprocher de la puissance installée.

Exemple pour un Wilo-WEH303 :
La pression de service minimale de 0,9 bar est valable pour une puissance installée de 6 000 kW.
La pression de service minimale de 3,2 bar est valable pour une puissance installée de 500 kW.

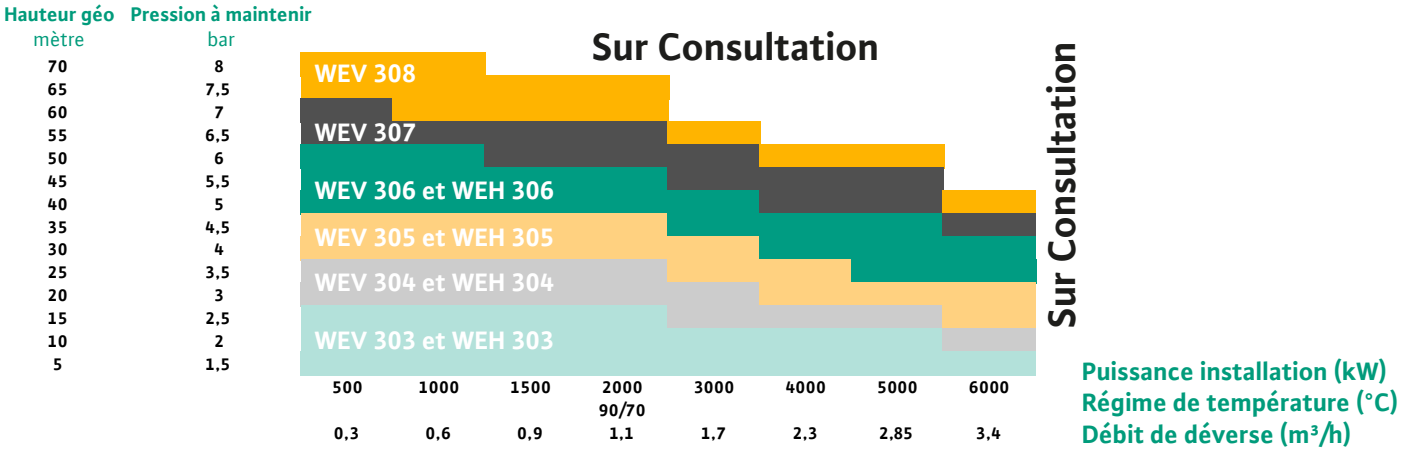
Il est nécessaire de se référé aux courbes pompes pour déterminer précisément le modèle.

Wilo-Economy MHIL

Wilo-Multivert MVIL

Groupes de maintien de pression à BACHE OUVERTE : Wilo-WEH et Wilo-WEV

Unités de pompes et de commande



Bâches			Volume (m³) de l'installation suivant le régime de température*			
			Chauffage			Eau glacée
			70°C/50°C	90°C /70°C	110°C/90°C	7°C/12°C
Types	Capacités (l)	Capacités utiles (l)	T° de remplissage de 10°C			T° d'arrêt de 30°C
Wilo- BACHE-200	200	170	7	5	3	18
Wilo- BACHE-400	400	355	16	10	7	39
Wilo- BACHE-600	600	485	22	14	10	53
Wilo- BACHE-800	800	665	30	19	13	73
Wilo- BACHE-1000	1000	800	36	23	16	87
Wilo- BACHE-1500	1500	1240	56	36	26	135
Wilo- BACHE-2000	2000	1790	82	53	37	195
Wilo- BACHE-2500	2500	2030	93	60	42	221
Wilo- BACHE-3000	3000	2580	118	76	53	282
Wilo- BACHE-3500	3500	2860	131	84	59	312
Wilo- BACHE-4000	4000	3340	157	99	69	365
Wilo- BACHE-5000	5000	4220	193	125	87	461

** les sélections des bâches tiennent compte du volume de réserve suivant EN12828 de 0,5%*

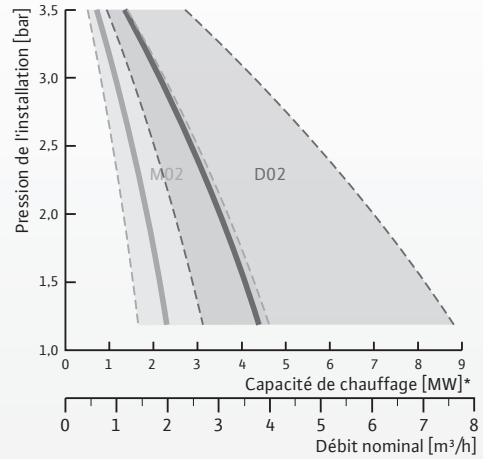
** eau pure sans additif*

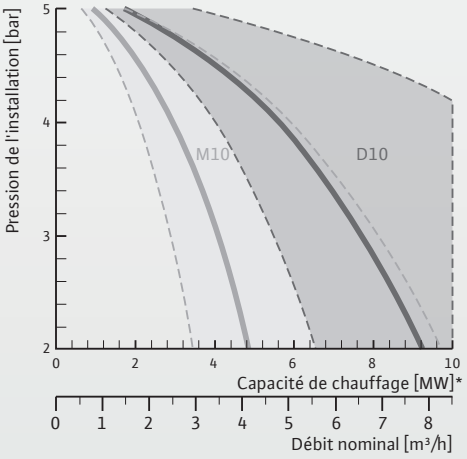
Wilo-BACHE-xxx: bâche pour unités de pompe Wilo-WEH et Wilo-WEV. Les bâches servent au stockage de l'eau de dilatation à la pression atmosphérique.

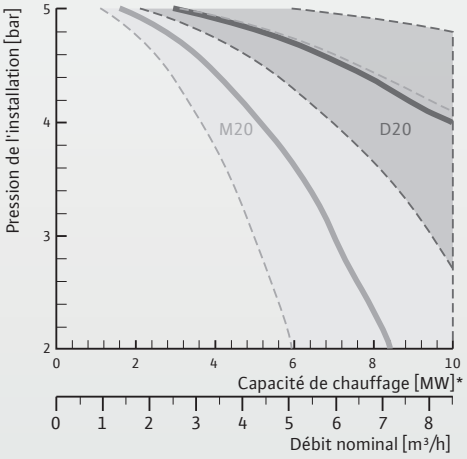
Il est possible d'augmenter la capacité d'expansion ou de diminuer la taille des bâches en combinant plusieurs bâches dont les capacités sont identiques

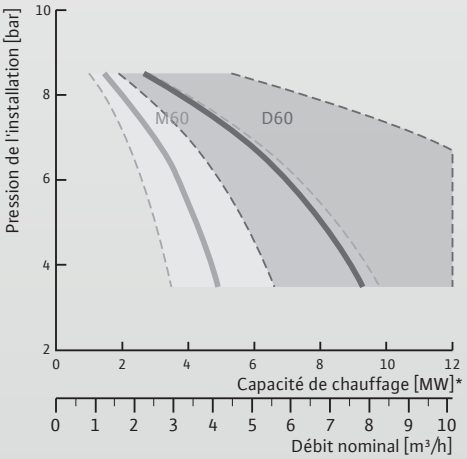
Groupes de maintien de pression à BACHE FERMEE avec vessie : Wilo–SINUM

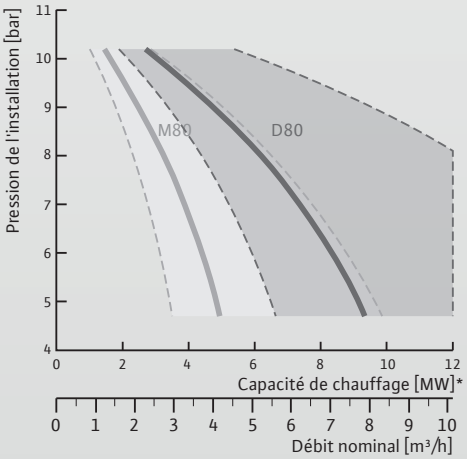
Unités de pompes et de commande

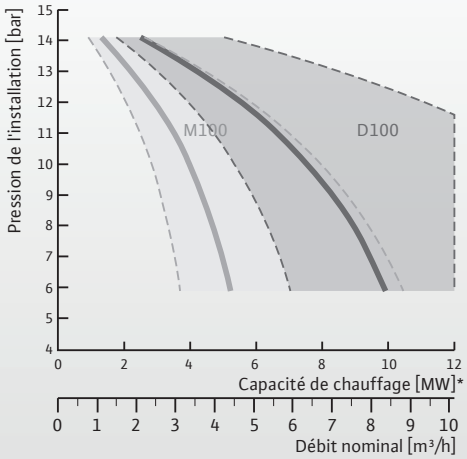


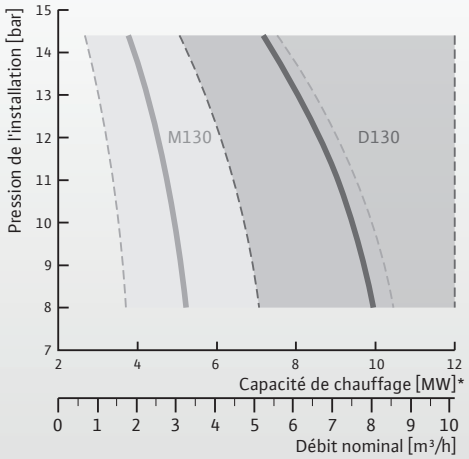












* basé sur 0,85 l/(kW*h)
** basé sur 0,65 l/(kW*h)

Unités de pompes et de commande

Réservoirs			Volume (m³) de l'installation suivant le régime de température*			
			Chauffage			Eau glacée
			70°C/50°C	90°C /70°C	110°C/90°C	7°C/12°C
Types	Capacités (l)	Capacités utiles (l)	T° de remplissage de 10°C			T° d'arrêt de 30°C
Wilo-Sinum MV 200	200	170	7	5	3	18
Wilo-Sinum MV 300	300	255	11	7	5	27
Wilo-Sinum MV 400	400	340	15	10	7	37
Wilo-Sinum MV 500	500	425	19	12	8	46
Wilo-Sinum MV 600	600	510	23	15	10	55
Wilo-Sinum MV 800	800	680	31	20	14	73
Wilo-Sinum MV 1000	1000	850	39	25	17	92
Wilo-Sinum MV 1200	1200	1020	46	30	21	111
Wilo-Sinum MV 1600	1600	1360	62	40	28	148
Wilo-Sinum MV 2000	2000	1700	77	50	35	185
Wilo-Sinum MV 2800	2800	2380	109	70	49	260
Wilo-Sinum MV 3500	3500	2975	136	88	61	325
Wilo-Sinum MV 5000	5000	4250	194	125	88	464
Wilo-Sinum MV 6500	6500	5525	253	164	114	603
Wilo-Sinum MV 8000	8000	6800	311	202	141	743
Wilo-Sinum MV 10000	10000	8500	389	252	176	929

** les sélections des bâches tiennent compte du volume de réserve suivant EN12828 de 0,5%*

** eau pure sans additif*

Il est possible d'augmenter la capacité d'expansion ou de diminuer la taille des réservoirs en combinaison avec les réservoirs Wilo-Sinum AV dont les capacités sont identiques aux Wilo-Sinum MV.

Il est possible d'augmenter la capacité d'expansion ou de diminuer la taille des bâches en combinant plusieurs d'entre elles, de mêmes volumes en parallèle.

7. Gamme de produits

Wilo-Sinum et réservoirs

Wilo-WEH/WEV et bâches

Qualité de l'eau

1. Pourquoi la qualité de l'eau est importante ?

Les installations de chauffage et d'eau glacée qui utilise l'eau comme fluide caloporteur sont principalement constituées :

- De métaux et alliages qui constituent l'installation
- D'eau, avec ou sans additif
- De gaz non désiré, principalement de l'air

L'eau introduite dans une installation de génie climatique est toujours chargée en proportion variable de sels minéraux et de gaz dissous. L'eau a donc tendance à dissoudre le métal et à réagir.

2. L'air et les boues dans les réseaux

Air

D'où vient l'air dans les réseaux de chauffage ? :

- Présence d'air dans l'installation avant le remplissage.
- L'eau de remplissage contient de l'air dissous (accentué par le remplissage fréquent lié aux fuites par exemple)
- L'air pénètre dans le réseau par différents moyens : garniture mécanique des pompes, joints, matériaux utilisés etc...
- Le manque d'entretien des systèmes d'expansion.
- Les gaz dissous dans l'eau se libèrent sous l'effet de la montée en température et/ou de la chute de pression.

Influence de l'air dans les réseaux :

- Création de corrosion
- Dégradation de certains composants de l'installation comme les pompes, circulateurs, ...
- Développement de bactéries d'où la création de boue dans les réseaux
- Transfert de chaleur réduit (exemple : radiateurs qui ne chauffent pas)
- Bruit dans les réseaux
- Frais d'entretien et d'exploitation plus important
- Consommation d'énergie plus élevée
- Durée de vie des composants et de l'installation.

Les gaz peuvent se présenter dans l'eau sous plusieurs formes de bulles d'air. On distingue :

L'accumulation d'air aux points hauts dans l'eau stagnante : Au remplissage d'une installation, l'eau repousse vers le haut l'air plus léger. A défaut de purge efficace, l'air s'accumule dans les points hauts. Sous pression, l'air peut partiellement se dissoudre de nouveau dans l'eau.

Gaz libres : grosses bulles d'air qui se déplacent librement et remontent d'elles-mêmes à la surface

Microbulles : à peine perceptible à l'œil nu les microbulles d'air ne sont pas suffisamment grosses pour remonter à la surface.

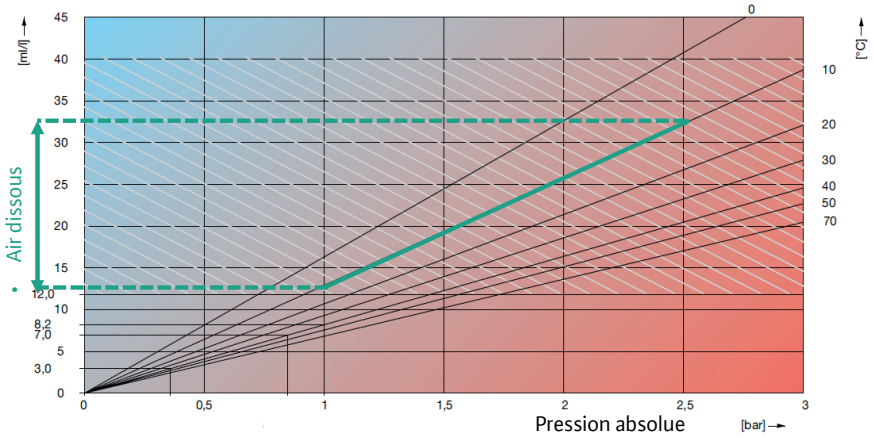
Gaz dissous invisibles : dissous dans l'eau ces gaz ne sont pas perceptibles à l'œil nu. Ils sont donc emportés avec l'eau.

Les molécules de gaz sont intégrées entre les molécules d'eau de telle manière qu'elles ne peuvent être éliminées que par réduction de pression ou par augmentation de température. Grâce à des différences de pression et de température dans une installation, les gaz dissous peuvent se libérer sous forme de bulles.

La loi d'HENRY décrit la solubilité. La sur-saturation des gaz se manifeste au-dessus des courbes d'Henry. Les gaz dissous s'y libèrent sous forme de bulles. En cas de sous-saturation, tous les gaz sont absorbés.

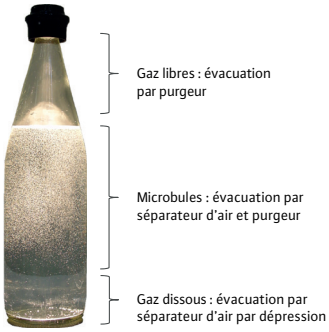
Le diagramme montre que la quantité d'air dissoute dans l'eau dépend, de la température et de la pression :

Air dissous dans l'eau en fonction de la pression et de la température



Exemple :

Quantité d'air à 10°C à 2,5b (abs)=> 32ml/l
Quantité d'air à 10°C à 1 b (abs) => 13ml/l
Air dissous = 19ml/l



Boues

Processus des boues :

La corrosion est un phénomène naturel provoqué par la circulation de l'eau dans les réseaux métalliques. Tout réseau en circuit fermé, même bien conduit, fabrique en permanence des boues par la circulation de la même eau. L'eau arrivant dans le réseau réagit avec les tubes en métal et crée de la corrosion.

Ces boues sont des particules d'oxyde en partie magnétisables provenant de la corrosion par :

- → les gaz dissous (oxygène, gaz carbonique, etc.),
- → la conductivité de l'eau,
- → un pH favorable,
- → phénomène d'oxydo-réduction.

Une prolifération de micro-organismes (algues, moisissures, etc.) peut également contribuer au phénomène des boues, d'autant plus que la vitesse de circulation sera faible et la température basse (25-45°C).

Des dépôts de tartre peuvent aussi se produire par décrochement lié aux phénomènes de dilatation de la tuyauterie.

On rencontre deux types de boues :

- → Les boues nomades entraînées par la circulation de l'eau et composées de particules de petites dimensions dont plus de 70% ont moins de 10 microns, qui sédimentent lorsque la vitesse tend vers zéro.
- → Les boues sédimentées qui sont composées de particules plus grosses qui se déposent au fond des appareils (radiateurs, panneaux de sol) et dans les canalisations horizontales lorsque la vitesse de circulation diminue.

Conséquences de l'air et des boues

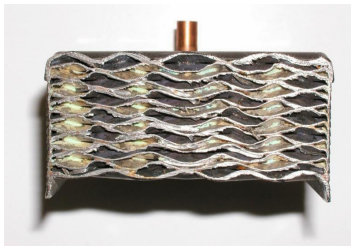
L'air et les boues mettent en danger tous les éléments constitutifs du réseau. Les performances de l'installation ne sont plus assurées. On constate :

- → des pertes de rendement global,
- → frais d'entretien et d'exploitation plus important,
- → une augmentation de la consommation d'énergie,
- → des pannes des composants de l'installation,
- → une diminution de la durée de vie des équipements

Plus précisément, les boues entraînent des dysfonctionnements à tous les niveaux :

Lieux d'accumulation	Désordres occasionnés
Tuyauteries	Augmentation des pertes de charges (diminution du débit de la pompe)
Vannes	Dysfonctionnements (dépôts sur le siège, phénomène magnétique sur les vannes motorisées)
Tés de réglage	Equilibrage perturbé
Collecteurs	Colmatage
Radiateurs	Perte d'émission, percements
Circulateurs	Gommage (blocage du rotor)
Pompes	Dégradation des garnitures mécaniques
Chaudières	Surchauffe, bruit et percements
Echangeurs	Obstruction, perte de rendement et percements

Présence de boues dans un circulateur



Présence de boues dans un échangeur

3. Traitement

Objectifs du traitement

L'ensemble du traitement mis en oeuvre doit permettre le désembouage de l'installation, tout en conservant dans le temps le rendement des réseaux et des équipements thermiques, ainsi que la pérennité des pompes et des circulateurs.
Il consistera à décoller les boues sédimentées et à récupérer les particules en suspension.

Programme de traitement des réseaux existants :

Le programme de traitement comprend plusieurs phases combinant un procédé physique et un procédé chimique pour les réseaux existants.

Il permet d'obtenir les résultats suivants :

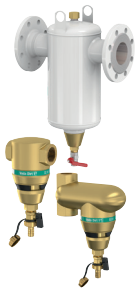
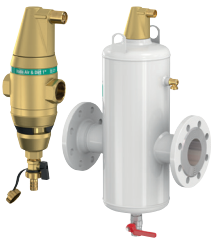
- → Délitage des dépôts existants.
- → Mise en suspension des particules fragmentées.
- → Clarification de l'eau par filtration dynamique.
- → Inhibition des parois métalliques par passivation des métaux.
- → Suppression de l'oxygène dissous dans l'eau par dégazage.
- → Pérennité de l'installation

Selon les modèles de systèmes de dégazage et de désembouage, certains sont montés en série sur l'installation et d'autres en dérivation.

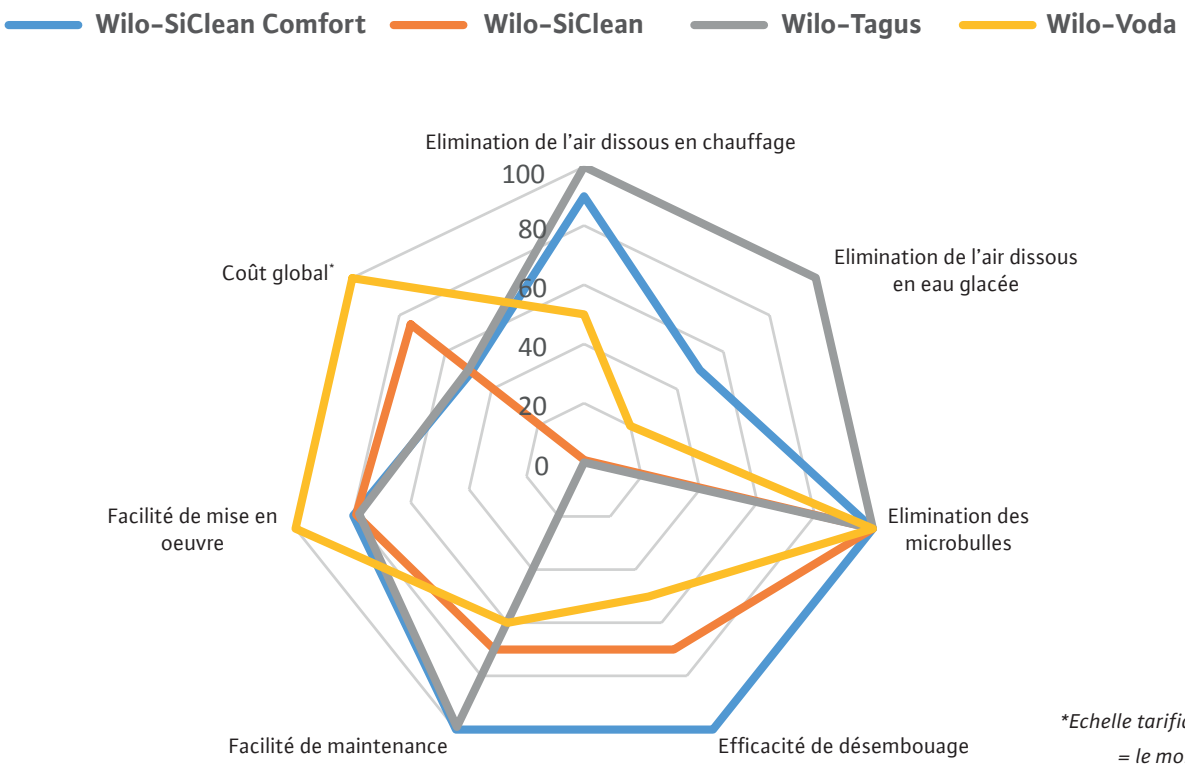
Pour les modèles en dérivation, de manière générale, on dérive entre 10 et 30% du débit pour un ΔT réseau de 20°C avec la condition de passer tout le volume d'eau en 24 heures dans le filtre.

Il est préférable de raisonner sur le volume total du réseau qui lui est constant, contrairement au débit des pompes.

4. Solutions de traitement physique

DESEMBOUAGE		DEGAZAGE			
Passif	Actif	Passif	Actif avec automatisme Air dissous		Passif Microbulles
Séparateur de boues	Station de désembouage	Séparateur d'air et de boues	Station de désembouage et séparateur d'air	Séparateur d'air par dépresssion	Séparateur d'air et purgeur automatique
					
Wilo-Voda dirt	**Wilo-SiClean**	**Wilo-Voda air and dirt**	**Wilo-SiClean Comfort**	**Wilo-Tagus vac**	**Wilo-Voda air separator**
Montage					
Série	Dérivation	Série	Dérivation	Dérivation	Série
Plages de température de fonctionnement					
-10°C à 120°C	0°C à 100°C	-10°C à 120°C	-8°C à 100°C	3 à 70°C	-10°C à 120°C
Efficacité désembouage					
+	++ 70% > 10 µm	+	+++ Efficacité 98% > 40 µm		
Efficacité dégazage					
		+	++	+++	+

Comparatif des gammes " Traitement d'eau "



Echelle tarifiaire : 100% = le moins onéreux

Wilo-SiClean Comfort : station de désembouage et de dégazage

Le traitement impose la mise en place d'un clarificateur cyclonique type Wilo-SiClean Comfort, monté en dérivation sur le retour de boucle du circuit, en sa partie basse de préférence.

Le séparateur des boues est en inox 316 L. Plusieurs barreaux magnétiques sont montés en périphérie du séparateur afin de créer un champ magnétique.

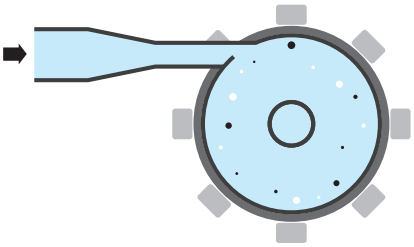
Un cône de venturi positionné tangentiellement à l'entrée du séparateur permet d'augmenter la vitesse du fluide et générer un effet centrifuge.

Sous ces actions combinées, les oxydes de fer contenus dans l'eau vont s'agglomérer et toutes les particules jusqu'à 40 µm seront éliminées dans la chambre de rétention.

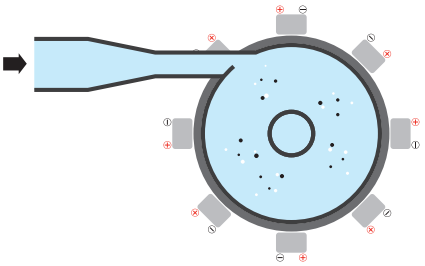
Le déflecteur, positionné en partie basse du séparateur, inverse le sens du mouvement de l'eau en créant un effet vortex. Le principe favorise la séparation des gaz dissous dans l'eau qui seront évacués par le purgeur automatique situé en partie haute du séparateur.

L'évacuation des boues est opérée automatiquement par l'ouverture de la vanne de purge motorisée. L'automatisme et la gestion des chasses sont assurés par le coffret de commande. En cas de dysfonctionnement de la vanne de purge (vanne fuyarde par exemple), une vanne de sécurité se ferme pour éviter toute vidange malencontreuse du réseau.

Le débit de dérivation dans le filtre, correspondant de 10 à 15% environ du débit nominal. Il est assuré par une pompe centrifuge à rotor sec type Wilo-VeroLine IPL intégrée au module. Un système de remplissage automatique doit être mis en œuvre pour compenser les pertes d'eau liées à la chasse des boues.

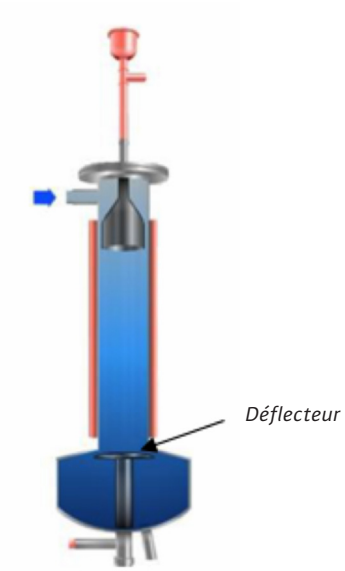


Centrifugation : l'entrée placée tangentiellement génère une centrifugation. Les particules en suspension sont projetées et glissent le long des parois.

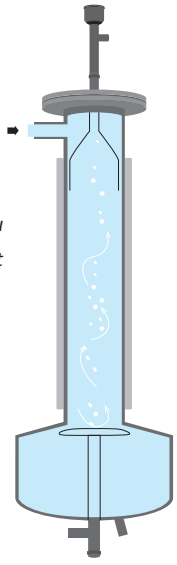


Magnétophorèse : un champ magnétique multipolaire, généré par les barreaux placés à l'extérieur, capte et excite les particules d'oxyde, qui se floculent.

La vigilance porte si l'embouage du réseau existant est très important. Dans ce cas, il convient d'associer le Wilo-SiClean Comfort à un traitement chimique.



Fonctionnement du Wilo-SiClean Comfort



Effet vortex : le phénomène de centrifugation crée un vortex, l'eau bute sur le déflecteur, passe à pression nulle et dégaze au niveau du déflecteur.

Le module de désembouage Wilo-SiClean Comfort est monté sur châssis et comprend :

- 1 séparateur de boues en INOX 316L avec dispositif de centrifugation et chambre de rétention des boues équipée en périphérie de plusieurs éléments magnétiques
- 1 pompe de circulation centrifuge monocellulaire équipée d'un moteur à rotor sec.

Modèles et caractéristiques suivant le tableau suivant.

Modèles	Types de pompes	Débits
SiClean Comfort 12	IPL32/105-0,75/2	2,75 m³/h
SiClean Comfort 15	IPL32/105-0,75/2	4,25 m³/h
SiClean Comfort 20	IPL32/105-0,75/2	5,5 m³/h
SiClean Comfort 25	IPL40/115-0,55/2	8,5 m³/h
SiClean Comfort 30	IPL40/120-1,5/2	15 m³/h
SiClean Comfort 40	IPL40/130-2,2/2	20 m³/h
SiClean Comfort 50	IPL50/130-2,2/2	30 m³/h
SiClean Comfort 65	IPL65/130-4/2	47 m³/h
SiClean Comfort 80	BL80/250-7.5/4	Sur demande
SiClean Comfort 100	BL100/250-11/4	Sur demande
SiClean Comfort 125	BL125/225-11/4	Sur demande

1 coffret de commande et d'automatisme qui assure les fonctions suivantes :

- Protection moteur par disjoncteur magnétothermique
- Programmation des cycles de fonctionnement de la pompe et de la purge par horloge et temporisation réglables
- Commande des vannes motorisées
- Surveillance de la purge automatique des boues avec arrêt de la pompe lors d'une purge.

En façade :

Sectionneur rotatif de sécurité et de mise sous tension qui permet l'arrêt immédiat en cas d'anomalie de fonctionnement

- Voyant « Sous tension »
- Voyant « Défaut général » (pompe, purge, fuite)
- Voyant « Marche générale »

1 dégazeur automatique avec vanne d'isolement

1 vanne papillon motorisée de purge à fonctionnement réversible, sans ressort de rappel

1 vanne papillon motorisée de sécurité avec ressort de rappel.

1 détecteur de fuite.

Wilo-SiClean Comfort

Wilo-SiClean : station de désembouage

Le Wilo-SiClean est le petit frère du Wilo-SiClean Comfort. Plutôt destiné aux installations de petites et moyennes puissances, c'est un module complet livré en kit, facile à assembler, de conception simple, fonctionnant principalement par effet magnétique et par effet « casse-pression ». Les purges du système se font manuellement, avec nettoyage à contre-courant.

L'efficacité du nettoyage est faite grâce aux actions conjuguées de la gravitation, filtration, l'effet magnétique et l'effet « casse-pression » du séparateur.

L'eau du réseau est introduite dans le séparateur par le piquage inférieur. La pompe soumet l'eau à un mouvement descendant puis ascendant de faible vitesse dans le séparateur. Les particules tombent par gravitation.

Un filtre millimétrique permet de capter les corps flottants (filasse, polystyrène).

Sous l'action du champ magnétique polaire, les particules ferromagnétiques se concentrent sur la paroi interne du séparateur.

Le séparateur joue un rôle "casse-pression" et favorise le dégazage grâce au purgeur d'air automatique.

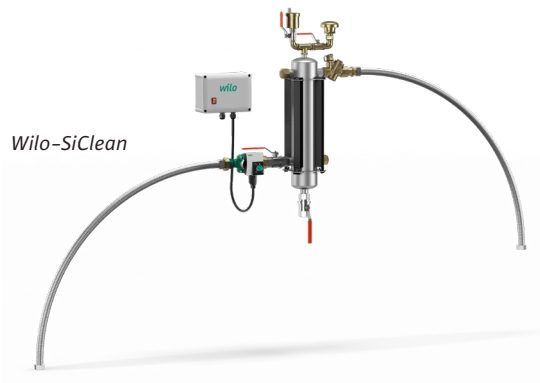
Les purges du système se font de façon manuelle : arrêt du circulateur, ouverture et fermeture des vannes 1/4 de tour, déplacement des barreaux magnétiques (suppression du champ magnétique).

Lors de la vidange du système, le corps intérieur du pot de déconcentration est automatiquement nettoyé à contre-courant.

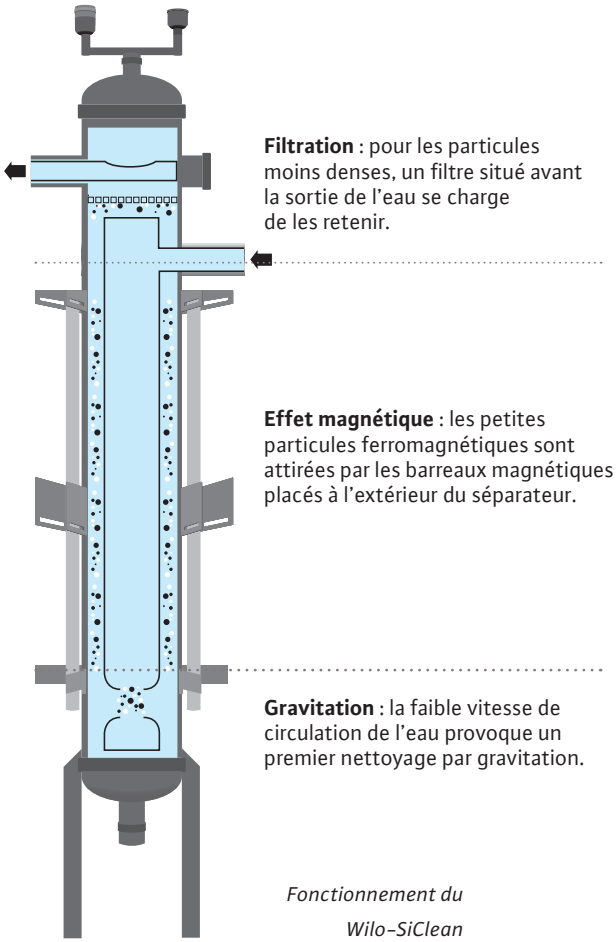
Nettoyage sans outil. La dépose des aimants est beaucoup plus facile que sur un pot classique. Pas besoin de démonter les visseries, vidanger, racler l'aimant. Les aimants sont à l'extérieur et accessibles sans coupure d'eau et le nettoyage se fait à contre-courant par une vanne de purge.

La vigilance porte si l'embouage du réseau existant est très important. Dans ce cas, il convient d'associer le Wilo-SiClean à un traitement chimique.

Le débit d'eau dans le filtre, correspondant de 10 à 15% environ du débit nominal, est assuré par un circulateur centrifuge à rotor noyé type Wilo-Yonos PICO ou Wilo-Yonos MAXO intégré au module.



Wilo-SiClean



Filtration : pour les particules moins denses, un filtre situé avant la sortie de l'eau se charge de les retenir.

Effet magnétique : les petites particules ferromagnétiques sont attirées par les barreaux magnétiques placés à l'extérieur du séparateur.

Gravitation : la faible vitesse de circulation de l'eau provoque un premier nettoyage par gravitation.

Fonctionnement du Wilo-SiClean

Le module de désembouage Wilo-SiClean est monté en position murale ou sur trépied et comprend :

- → 1 séparateur de boues en INOX 304 équipé en périphérie de plusieurs éléments magnétiques
- → 1 circulateur. Modèle et caractéristiques suivant le tableau ci-dessous :

Modèles	Types de pompes	Débits	Montages
SiClean 0,5	Yonos PICO 15/1-4	0,1 m³/h	Mural
SiClean 1	Yonos PICO 15/1-6	0,3 m³/h	Mural
SiClean 2	Yonos PICO 15/1-6	1,0 m³/h	Mural
SiClean 3	Yonos PICO 15/1-6	1,5 m³/h	Sol sur trepied
SiClean 4	Yonos PICO 15/1-6	2,0 m³/h	Sol sur trepied
SiClean 5	Yonos MAXO 25/0,5-7	4,0 m³/h	Sol sur trepied

- → 1 coffret de commande avec interrupteur marche/arrêt
- → 1 vanne d'équilibrage
- → 1 vanne de chasse manuelle pour une vidange facile et rapide des boues
- → Système préassemblé de dégazage

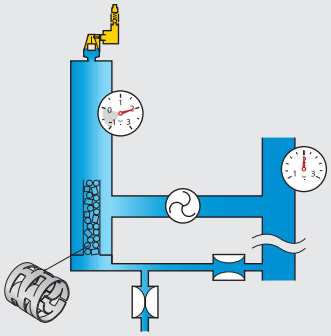
Wilo-Tagus vac : station de dégazage par dépression pour l'air dissous :

Le Wilo-Tagus vac est adapté pour les installations de chauffage et de refroidissement. Il doit être combiné à un système d'expansion fermé.

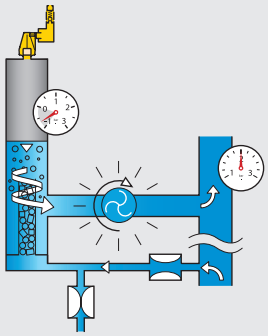
Le Wilo-Tagus vac est un système automatique qui permet d'assurer le dégazage des installations en réseau fermé (séparation de l'air dissous par dépression) et de réaliser des appoints d'eau.

Le dégazage de l'air dissous par la station Wilo-Tagus vac est particulièrement efficace dans les installations de chauffage, d'eau glacée et à forte pression statique.

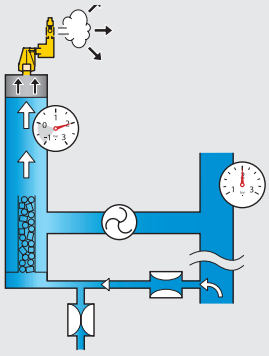
Fonctionnement du Wilo-Tagus vac



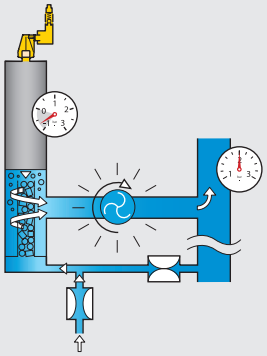
1. Inactivité
Lorsque le Wilo-Tagus vac est inactif, la colonne en acier inoxydable est remplie d'eau et la pression est égale à celle du système.



2. Création d'un vide
La pompe extrait une quantité d'eau plus importante de la colonne que la quantité d'eau qui en pénètre et un vide se crée. Du gaz est libéré et s'amasse à la surface de l'eau.



3. Prise d'eau
La pompe s'arrête et la colonne se remplit d'eau à nouveau. Le gaz est ensuite expulsé par le purgeur automatique.



4. Appoint
Si l'installation présente des fuites, le volume, et par conséquent la pression diminueront. L'eau d'appoint est dégazée (le dégazage est assuré par une dépression du fluide permettant d'optimiser la qualité de l'eau d'appoint du réseau) dans la colonne puis introduite dans l'installation par petites quantités (jusqu'à ce que la pression adéquate soit restaurée).

Le module de dégazage Wilo-Tagus est monté sur châssis et comprend :

- 1 colonne à dépression
- 1 ou 2 pompe(s) de circulation centrifuge horizontale multicellulaire équipée d'un moteur à rotor sec. Modèle suivant le tableau ci-dessous.

Modèles	Types de pompes
Wilo-Tagus vac 7	MHIL 104
Wilo-Tagus vac 10	MHI 205
Wilo-Tagus vac 20	MHI 206
Wilo-Tagus vac 30	2 X MHI 205

1 purgeur automatique conique permettant d'assurer une distance maximale entre le niveau d'eau et la soupape de purge.

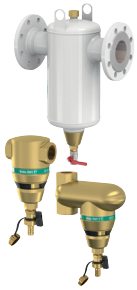
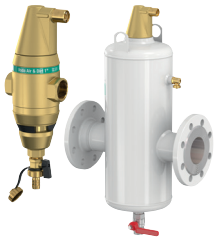
1 capteur de pression, contacteurs de pression et de flotteur.

1 coffret de commande et d'automatisme avec :

- LED de défaut
- Interupteur On / Off
- Affichage graphique
- Temps de démarrage prochain cycle
- Mode de fonctionnement: rapide / normal
- Pression du système
- Modes de commande: niveau / pression
- Quantité d'eau traitée par le système
- Quantité d'eau d'appoint fournit en litre avec option comptage
- Commande par pression pour le mode remplissage, appoint d'eau (la fonctionnalité de remplissage peut être désactivé. Le Wilo-Tagus vac dans ce cas fonctionne uniquement en dégazage).

Wilo-Tagus

Wilo-Voda : séparateur de boues et dégazage

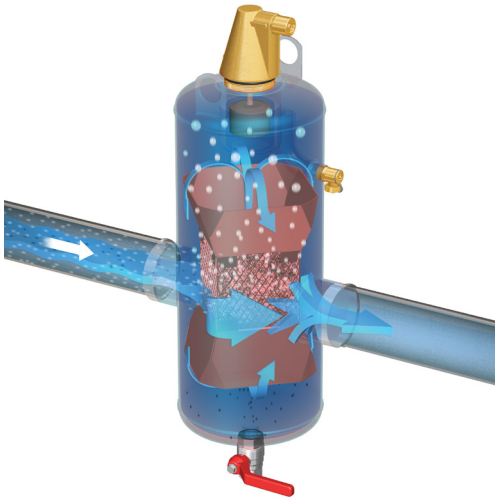
Désembouage	Dégazage et désembouage	Dégazage
		
Wilo-Voda dirt	**Wilo-Voda air and dirt**	**Wilo-Voda air separator**

Le **Wilo-Voda air separator** permet l'évacuation des gaz libres mais aussi des microbulles contenues dans l'eau. Les microbulles remontent à la surface par le processus de la coalescence.

Le principe consiste à fixer les bulles sur un objet. Les microbulles se regroupent sur cet objet pour créer une plus grosse bulle d'air qui est alors suffisamment importante pour remonter à la surface.

Le Wilo-Voda air separator sépare les particules d'air de l'eau à l'aide de bagues Pall.

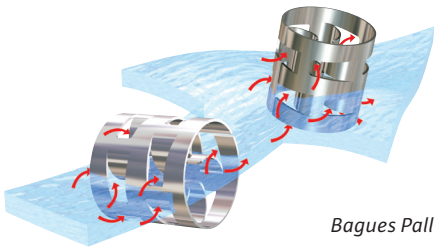
L'orientation du panier (modèles DN50 au DN200) permet d'assurer un double flux à l'intérieur du Wilo-Voda avec des caractéristiques de vitesse et de pression différentes. Les microbulles captées sont acheminés par le flux secondaire lent vers la zone de repos situé en point haut du Wilo-Voda air separator, puis évacuées par le purgeur.



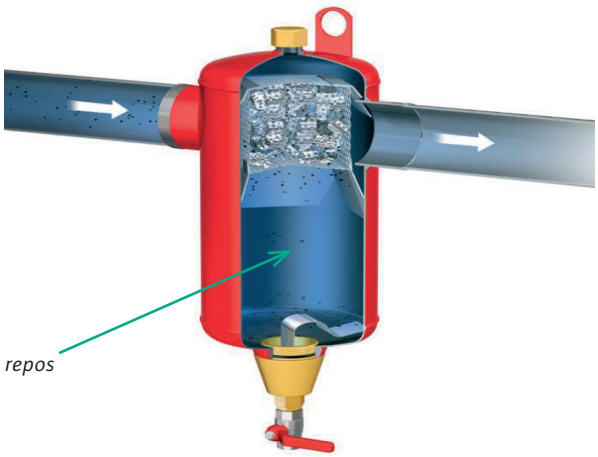
Wilo-Voda air separator

Le **Wilo-Voda dirt** permet la filtration des boues réalisée par deux phénomènes :

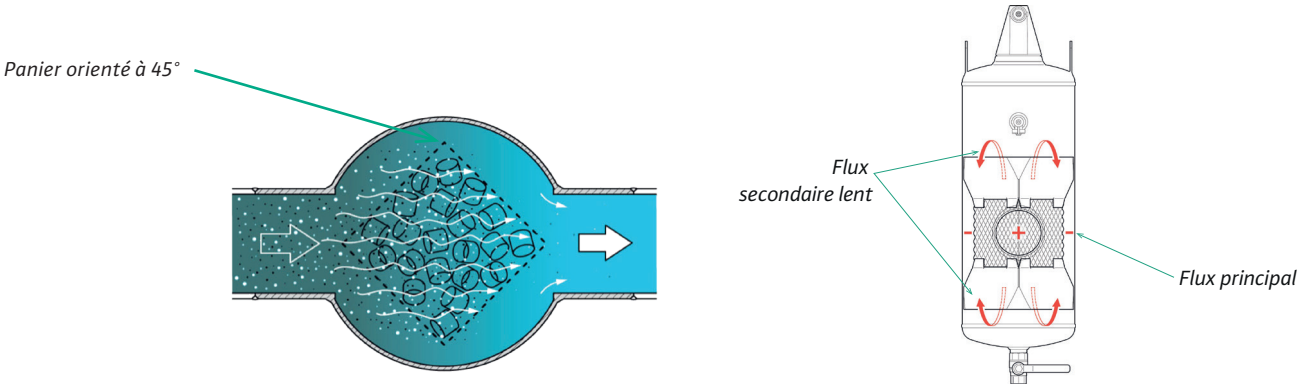
- → Les particules de boues présentes dans le fluide sont séparées lorsqu'elles entrent en collision avec les bagues Pall. Leur vitesse est donc réduite ce qui les précipite vers le fond. Une purge manuelle permet d'évacuer les boues stockées au fond du Wilo-Voda.
- → L'orientation du panier permet d'assurer un double flux à l'intérieur du Voda avec des caractéristiques de vitesse et de pression différentes. Un flux secondaire lent entraine les particules de boues dans une zone de repos. Les particules plus lourdes que l'eau se précipitent vers le fond.



Bagues Pall

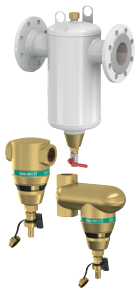
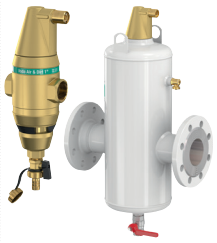


Principe de fonctionnement Wilo-Voda air et Wilo-Voda dirt :



Le Wilo-Voda air and dirt combine les solutions de dégazage et de désembouage sur un seul et même Voda.

5. Aides à la sélection

DESEMBOUAGE		DEGAZAGE			
Passif	Actif	Passif	Actif avec automatisme Air dissous		Passif Microbulles
Séparateur de boues	Station de désembouage	Séparateur d'air et de boues	Station de désembouage et séparateur d'air	Séparateur d'air par dépresssion	Séparateur d'air et purgeur automatique
					
Wilo-Voda dirt	**Wilo-SiClean**	**Wilo-Voda air and dirt**	**Wilo-SiClean Comfort**	**Wilo-Tagus vac**	**Wilo-Voda air separator**
Montage					
Série	Dérivation	Série	Dérivation	Dérivation	Série
Plages de température de fonctionnement					
-10°C à 120°C	0°C à 100°C	-10°C à 120°C	-8°C à 100°C	3 à 70°C	-10°C à 120°C
Efficacité désembouage					
+	++ 70% > 10 µm	+	+++ Efficacité 98% > 40 µm		
Efficacité dégazage					
		+	++	+++	+

Wilo-SiClean Comfort, module de désembouage et de dégazage automatisé :

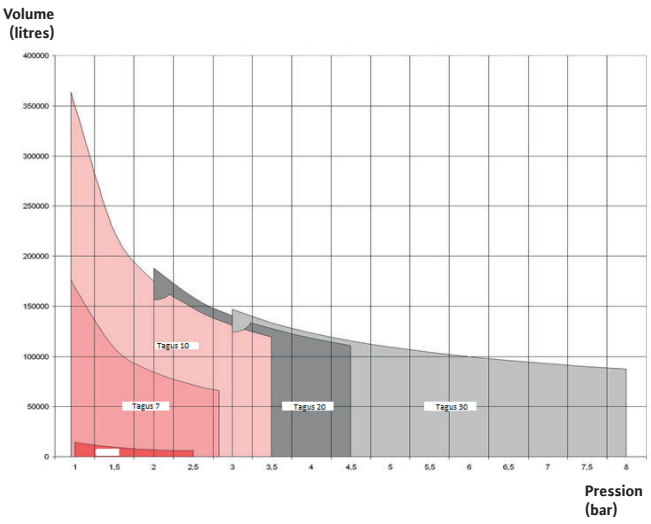
Siclean comfort			DN tuyauterie retour													
Volume max. de l'installation	Nb. de logements	Puissance	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600
10≤Vmax.≤15m³	≤170	1000≤P≤1500kW	12	12	12	15	20	20	25								
15≤Vmax.≤20m³	≤220	1500≤P≤2000kW	15	15	15	20	20	25	25	30							
20≤Vmax.≤30m³	≤300	2000≤P≤3500kW	20	20	20	20	25	25	30	30	40						
30≤Vmax.≤50m³	≤580	3500≤P≤5000kW		25	25	25	25	30	30	40	40	40					
50≤Vmax.≤70m³	≤820	5000≤P≤7000kW			30	30	30	30	40	40	50	50	50				
70≤Vmax.≤100m³	≤1150	7000≤P≤10000kW				40	40	40	40	50	50	50	65	65	65		
100≤Vmax.≤150m³	≤1880	10000≤P≤16000kW						50	50	50	65	65	65	80	80	80	80
150≤Vmax.≤200m³	≤2350	16000≤P≤20000kW							65	65	65	65	80	80	80	80	80
200≤Vmax.≤300m³	≤3500	20000≤P≤30000kW								80	80	80	80	80	80	100	100
300≤Vmax.≤450m³	≤5300	30000≤P≤45000kW									100	100	100	100	100	125	125
450≤Vmax.≤750m³	≤8200	45000≤P≤70000kW										125	125	125	125	125	125
750≤Vmax.≤1000m³	≤11500	70000≤P≤100000kW											125	125	125	125	125

Wilo-SiClean, module de désembouage :

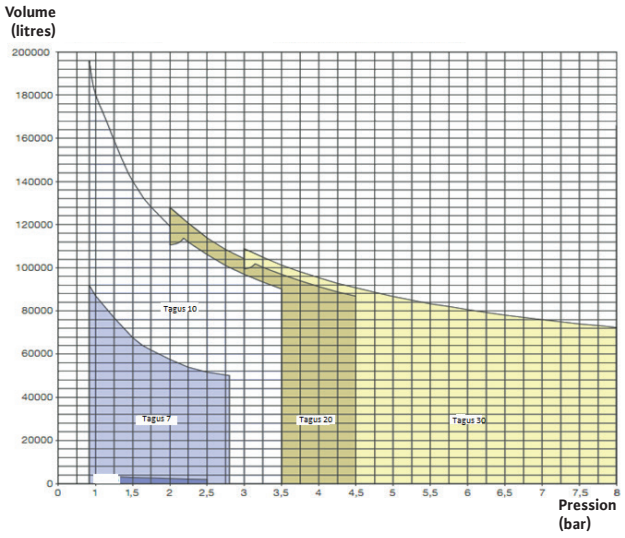
Siclean			DN tuyauterie retour												
Volume max. de l'installation	Nb. de logements	Puissance	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250
0,5≤Vmax.≤1m³	≤10	50≤P≤100kW	0,5	0,5	0,5	1									
1≤Vmax.≤3m³	≤40	100≤P≤300kW		1	1	1	1	1	2						
3≤Vmax.≤10m³	≤120	300≤P≤1000kW		2	2	2	2	2	2	3					
10≤Vmax.≤15m³	≤170	1000≤P≤1500kW			3	3	3	3	3	3	4	4			
15≤Vmax.≤20m³	≤220	1500≤P≤2000kW				4	4	4	4	4	4	4	5	5	
20≤Vmax.≤40m³	≤300	2000≤P≤3500kW				5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Wilo-Tagus, module de dégazage automatisé :

Chauffage

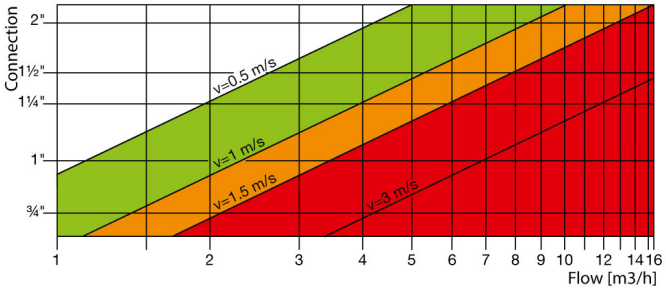


Eau glacée

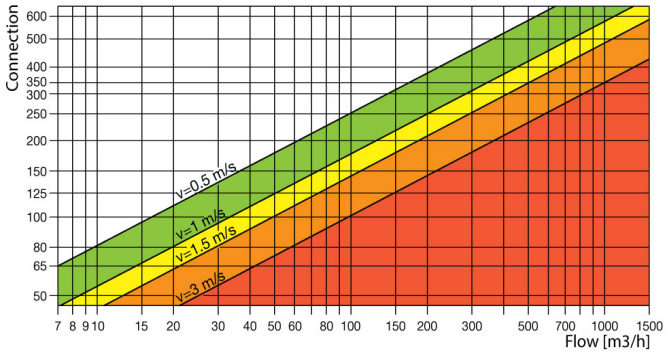


Wilo-Voda, dégazeur et désembouteur :

Gamme Voda du ¾" au 2"



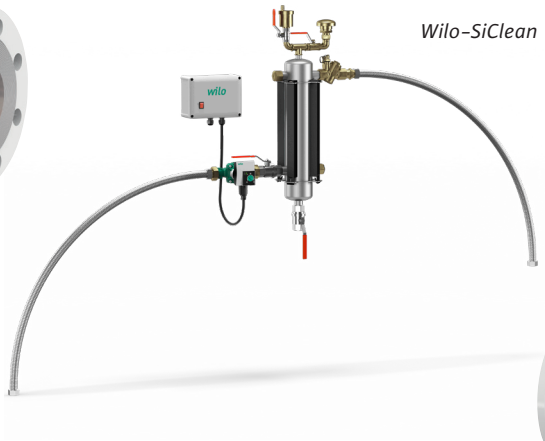
Gamme Voda du DN 50 au DN 200



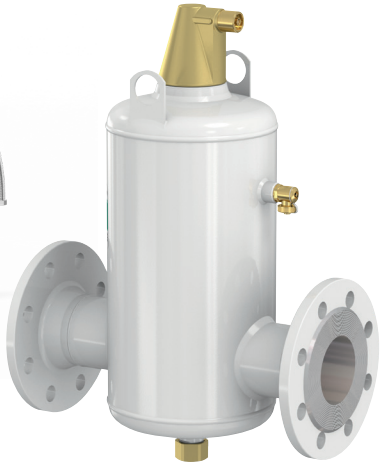
6. Gamme de produits

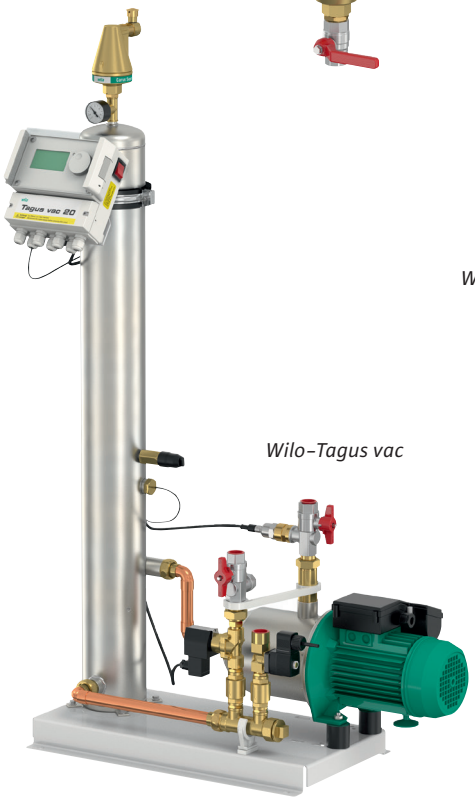
Wilo-Voda Dirt

Wilo-SiClean



Wilo-Voda Air





Wilo-Tagus vac

Wilo-SiClean Comfort

Wilo-Voda Air and Dirt

Annexes.

Contenance en eau par mètre de tuyauterie

Tube acier noir

Ø (pouces)	Ø extérieur x épaisseur (mm)	Contenance en eau (l/m)
1/4"	13,5 x 2	0,07
3/8"	17,2 x 2	0,14
1/2"	21,3 x 2,3	0,22
3/4"	26,9 x 2,3	0,39
1"	33,7 x 2,9	0,61
1"1/4	42,4 x 2,9	1,05
1"1/2	48,3 x 2,9	1,42
2"	60,3 x 3,2	2,28
2"1/2	76,1 x 3,2	3,82
3"	88,9 x 3,2	5,35
4"	114,3 x 3,6	9,01
5"	139,7 x 4,5	13,42
6"	168,3 x 4,5	19,93
8"	219,1 x 4,5	33,75
10"	273 x 6,3	53,26
12"	323,9 x 7,1	75,33
13''	355,6 x 8	90,58
15''	406,4 x 8,8	118,73
17''	457 x 10	149,99
20''	508 x 11	185,51
21''	559 x 12,5	223,96
23''	610 x 12,5	268,78

Tube Cuivre

Ø extérieur (mm)	Ø intérieur (mm)	Contenance en eau (l/m)
8	6	0,03
12	10	0,08
14	12	0,11
16	14	0,15
18	16	0,20
22	20	0,31
28	26	0,53
32	30	0,71
35	33	0,86
40	38	1,13
52	50	1,96

Tube PVCP PN16

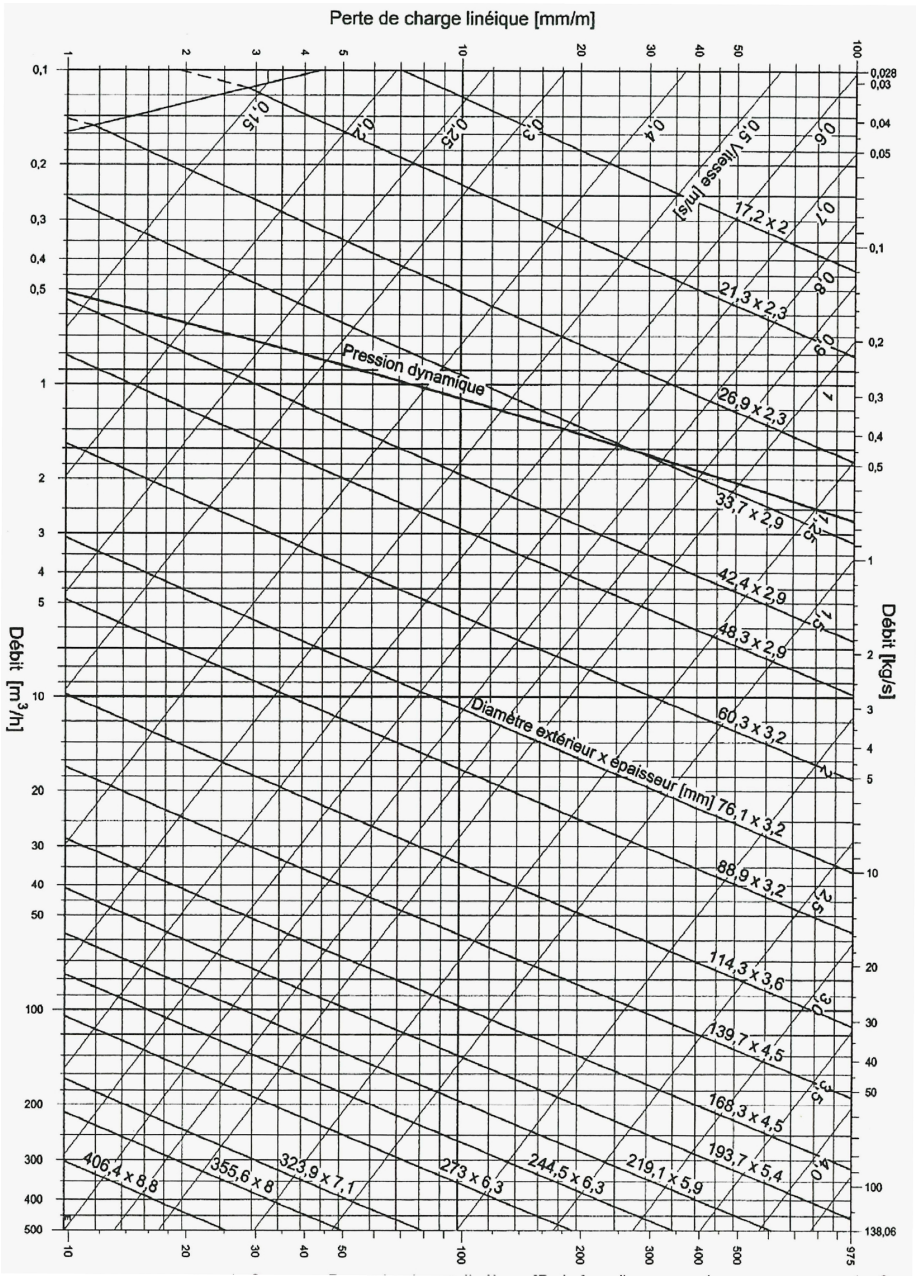
DN (mm)	Ø extérieur (mm)	épaisseur de paroi (mm)	Contenance en eau (l/m)
20	25	1,9	0,35
25	32	2,4	0,58
32	40	3	0,91
40	50	3,7	1,43
50	63	4,7	2,26
65	75	5,6	3,2
80	90	6,7	4,61
100	110	8,2	6,88
125	140	10,4	11,16
150	160	11,9	14,57
–	180	13,4	18,43
–	200	14,9	22,75
–	225	16,7	28,83
–	250	18,6	35,57
–	280	20,8	44,64
–	315	23,4	56,49

Contenance en eau par Kw

Contenance en eau par Kw :								
tmax / tR	°C	90/70	80/60	70/55	70/50	60/40	50/40	40/30
Radiateur fonte		14,0	16,5	20,1	20,6	27,9	36,6	–
Radiateur panneaux acier		9,0	10,1	12,1	11,9	15,1	20,1	–
Convecteurs	vA litre/kW	6,5	7,0	8,4	7,9	9,6	13,4	–
Batteries		5,8	6,1	7,2	6,6	7,6	10,8	–
Chauffage au sol		9,2	10,3	11,8	11,9	14,7	18,0	26,8

Abaque des pertes de charge linéiques en eau chaude 35°C

Pertes de charge linéique des tubes en acier noir

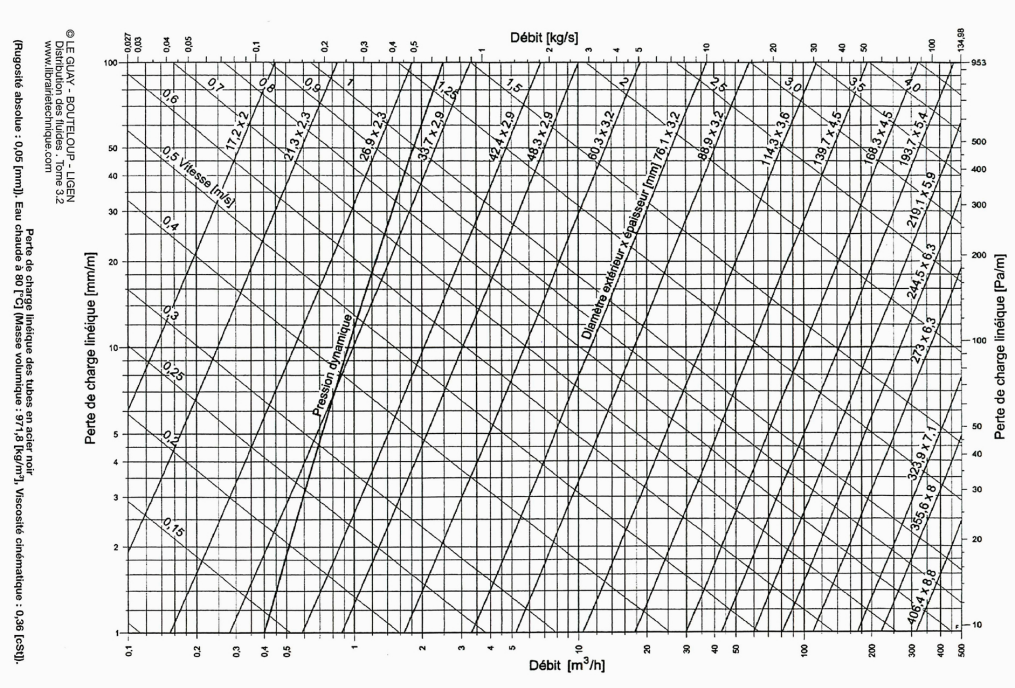


Rugosité absolue : 0,05 [mm]). Eau chaude à 35 [°C] (Masse volumique : 994 [kg/m³]. Viscosité cinématique : 0,73 [cSt]

La sélection du diamètre économique est toujours un compromis entre les coûts d'installation (réseau de tuyauteries, pompes, appareillages) et les coûts d'exploitation (puissance absorbée, consommation d'énergie).

Abaque des pertes de charge linéiques en eau chaude 80°C

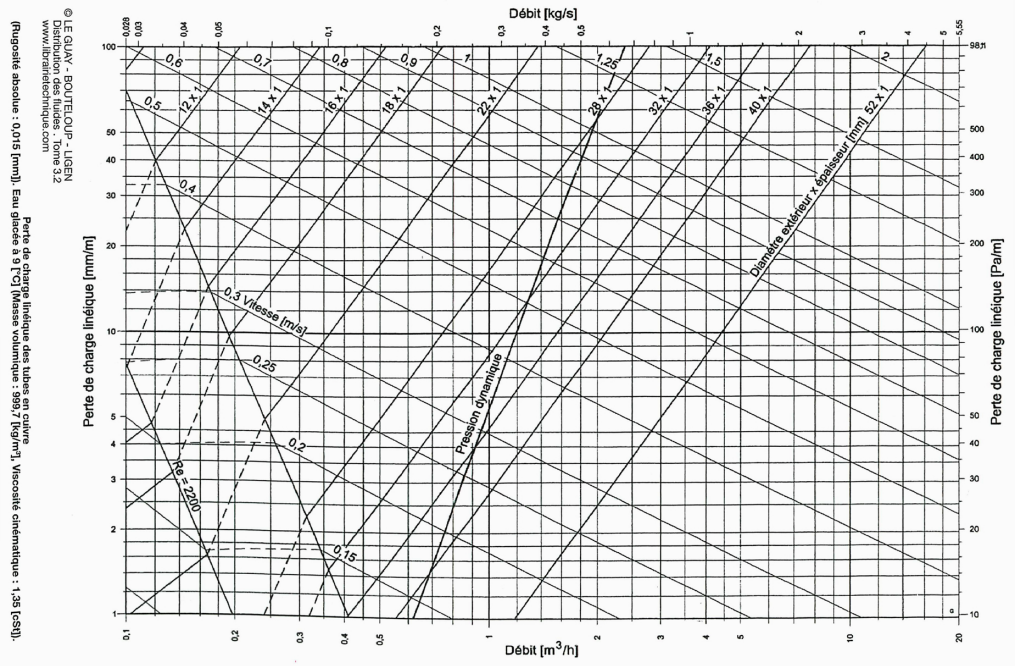
Pertes de charge linéique des tubes en acier noir



Rugosité absolue : 0,05 [mm]). Eau chaude à 80 [°C] (Masse volumique : 971,8 [kg/m³]. Viscosité cinématique : 0,36 [cSt].

Abaque des pertes de charge linéiques en eau glacée 9°C

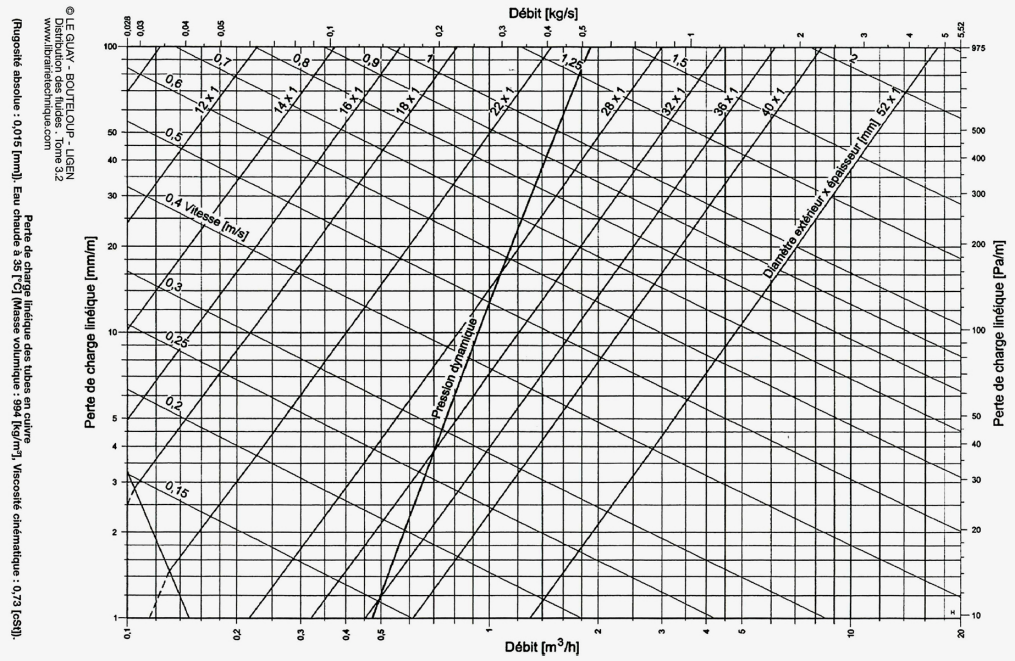
Pertes de charge linéique des tubes en cuivre



Rugosité absolue : 0,015 [mm]). Eau glacée à 9 [°C] (Masse volumique : 999,7 [kg/m³]. Viscosité cinématique : 1,35 [cSt])

Abaque des pertes de charge linéiques en eau chaude 35°C

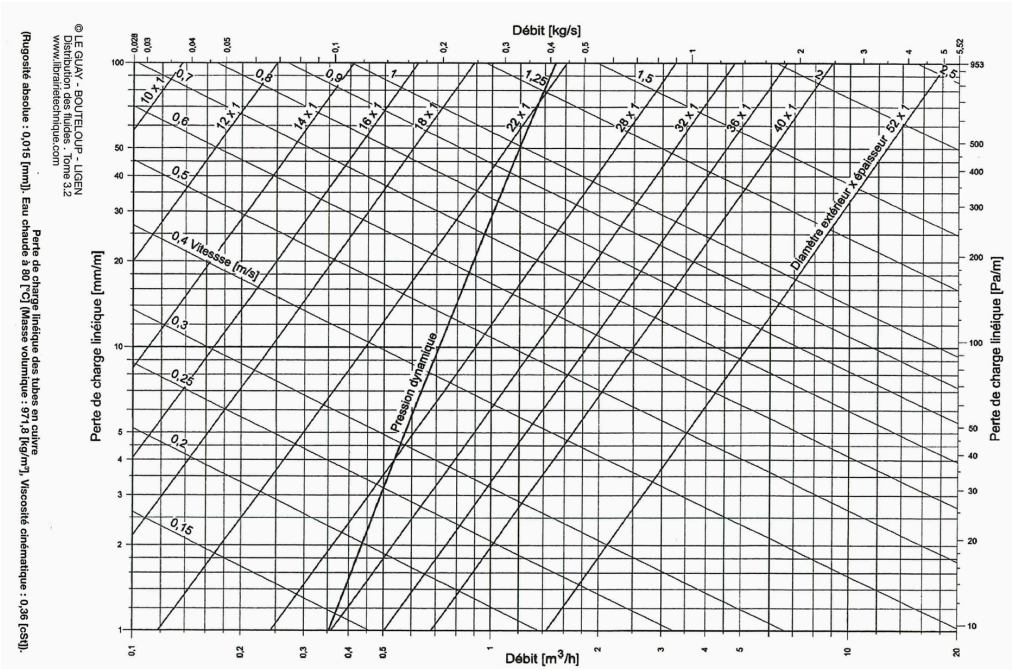
Pertes de charge linéique des tubes en cuivre



Rugosité absolue : 0,015 [mm]). Eau chaude à 35 [°C] (Masse volumique : 994 [kg/m³]. Viscosité cinématique : 0,73 [cSt]

Abaque des pertes de charge linéiques en eau chaude 80°C

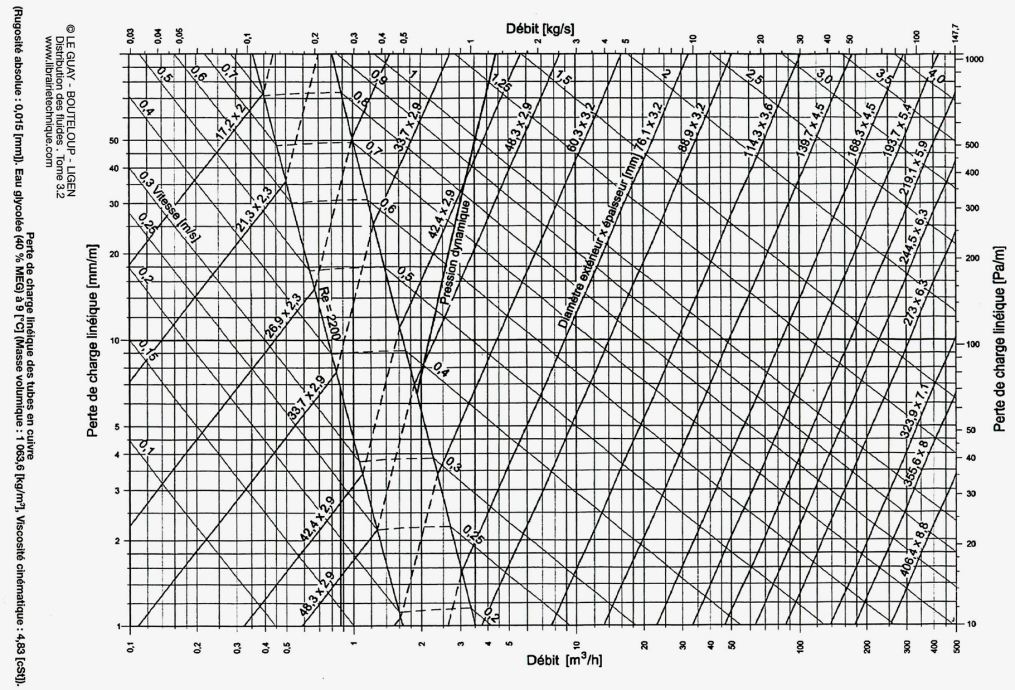
Pertes de charge linéique des tubes en cuivre



Rugosité absolue : 0,015 [mm]). Eau chaude à 80 [°C] (Masse volumique : 971,8 [kg/m³]. Viscosité cinématique : 0,36 [cSt]

Abaque des pertes de charge linéiques en eau glycolée (40%MEG) à 9°C

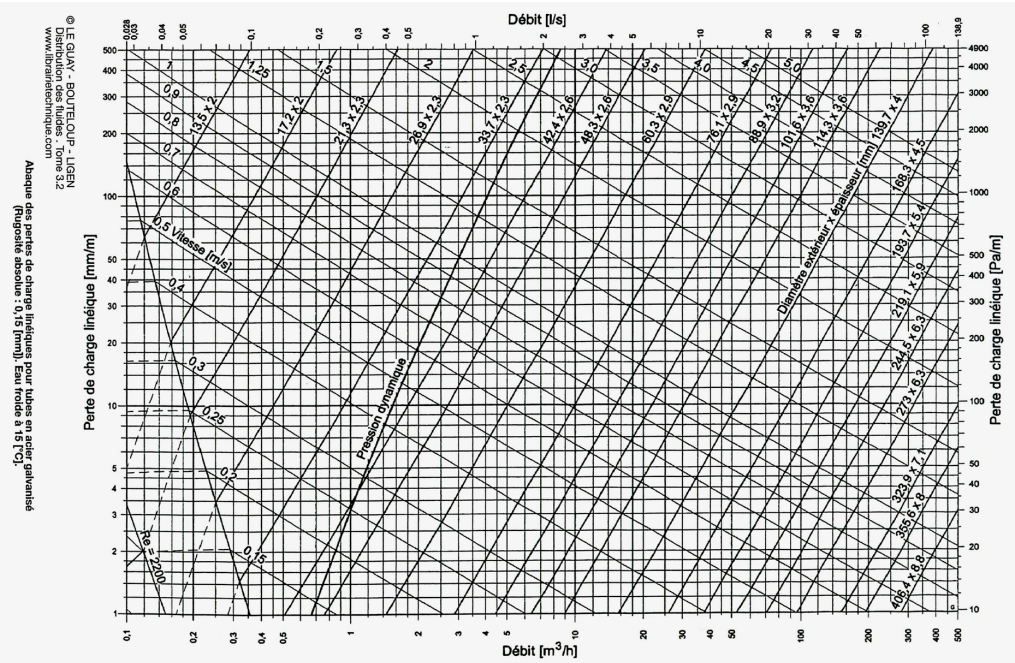
Pertes de charge linéique des tubes en cuivre



Rugosité absolue : 0,015 [mm]). Eau glycolée (40 % MEG) à 9 [°C] (Masse volumique : 1 063,6 [kg/m3]. Viscosité cinématique : 4,83 [cSt]

Abaque des pertes de charge linéiques en eau froide à 15°C

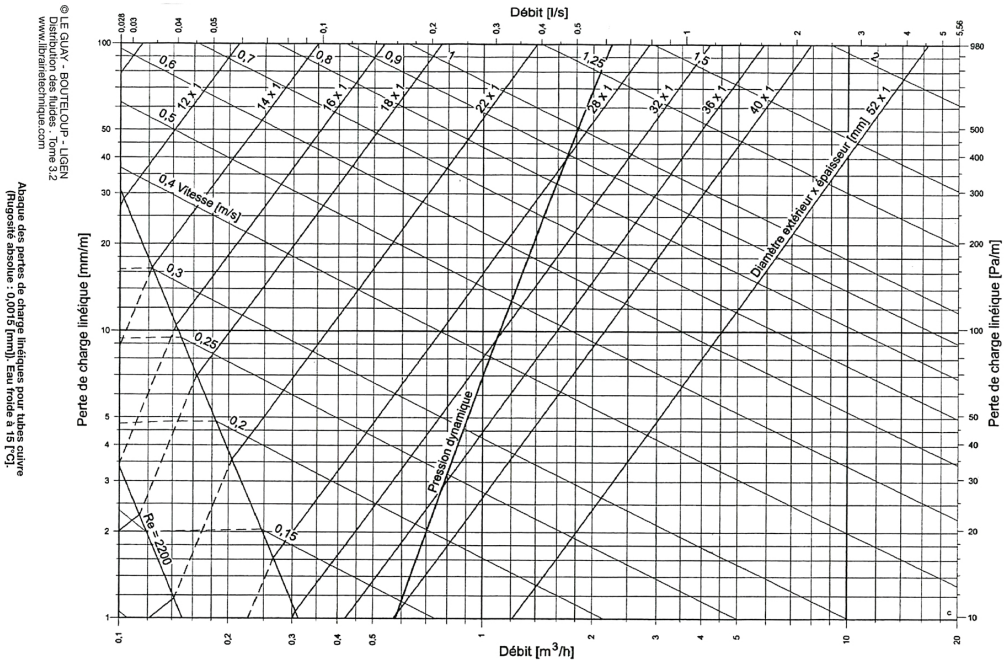
Pertes de charge linéique des tubes en acier galvanisé



Rugosité absolue : 0,15 [mm]). Eau froide à 15 [°C]

Abaque des pertes de charge linéiques en eau froide à 15°C

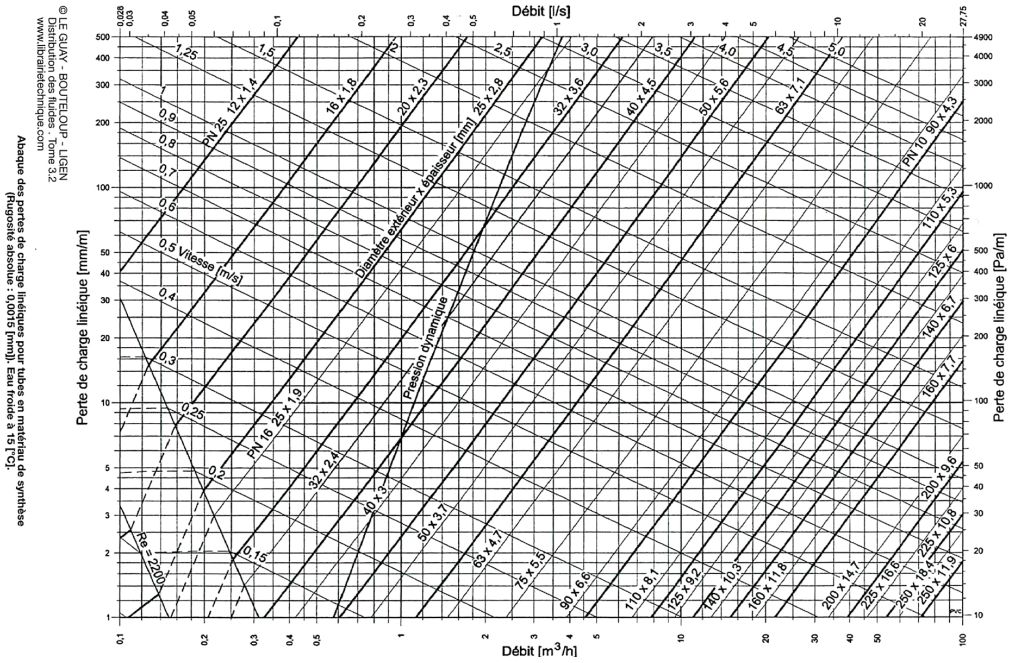
Pertes de charge linéique des tubes en cuivre



Rugosité absolue : 0,0015 [mm]).
Eau froide à 15 [°C]

Abaque des pertes de charge linéiques en eau froide à 15°C

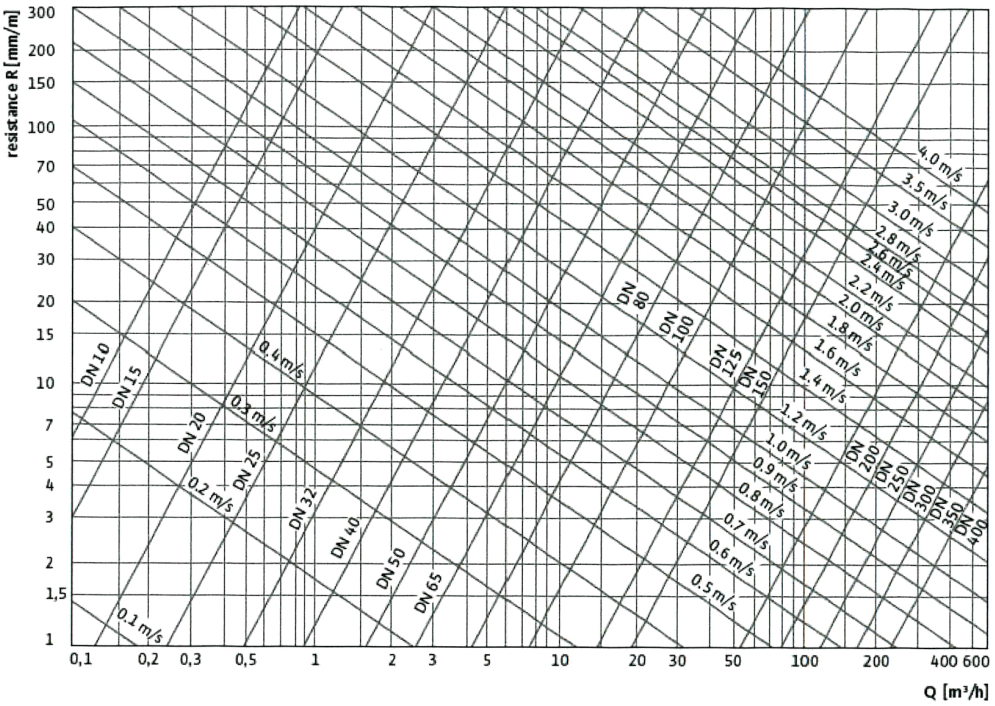
Pertes de charge linéique des tubes en matériau de synthèse



Rugosité absolue : 0,0015 [mm]).
Eau froide à 15 [°C]

Abaque des pertes de charge linéiques en eau

Perte de charge linéique des tubes en PVC



Tableaux de détermination de la relation entre pression de la vapeur et masse volumique de l'eau en fonction de la température

Relation entre pression de vapeur et masse volumique de l'eau en fonction de la température :

T [°C]	"P [bar]"	"ρ [kg/dm³]"	T [°C]	"P [bar]"	"ρ [kg/dm³]"	T [°C]	"P [bar]"	"ρ [kg/dm³]"
0	0,00611	0,9998	46	0,10086	0,9898	92	0,7561	0,9638
1	0,00657	0,9999	47	0,10612	0,9894	93	0,7849	0,9630
2	0,00706	0,9999	48	0,11162	0,9889	94	0,8146	0,9624
3	0,00758	0,9999	49	0,11736	0,9884	95	0,8453	0,9616
4	0,00813	1,0000	50	0,12335	0,9880	96	0,8769	0,9610
5	0,00872	1,0000	51	0,1296	0,9876	97	0,9094	0,9602
6	0,00935	1,0000	52	0,1361	0,9871	98	0,9430	0,9596
7	0,01001	0,9999	53	0,1429	0,9866	99	0,9776	0,9586
8	0,01072	0,9999	54	0,1500	0,9862	100	1,0133	0,9581
9	0,01147	0,9998	55	0,1574	0,9857	102	1,0878	0,9567
10	0,01227	0,9997	56	0,1651	0,9852	104	1,1668	0,9552
11	0,01312	0,9997	57	0,1731	0,9846	106	1,2504	0,9537
12	0,01401	0,9996	58	0,1815	0,9842	108	1,3390	0,9522
13	0,01497	0,9994	59	0,1902	0,9837	110	1,4327	0,9507
14	0,01597	0,9993	60	0,1992	0,9832	112	1,5316	0,9491
15	0,01704	0,9992	61	0,2086	0,9826	114	1,6362	0,9476
16	0,01817	0,9990	62	0,2184	0,9821	116	1,7465	0,9460
17	0,01936	0,9988	63	0,2286	0,9816	118	1,8628	0,9445
18	0,02062	0,9987	64	0,2391	0,9811	120	1,9854	0,9429
19	0,02196	0,9985	65	0,2501	0,9805	122	2,1145	0,9412
20	0,02337	0,9983	66	0,2615	0,9799	124	2,2504	0,9396
21	0,02485	0,9981	67	0,2733	0,9793	126	2,3933	0,9379
22	0,02642	0,9978	68	0,2856	0,9788	128	2,5435	0,9362
23	0,02808	0,9976	69	0,2984	0,9782	130	2,7013	0,9346
24	0,02982	0,9974	70	0,3116	0,9777	132	2,8670	0,9328
25	0,03166	0,9971	71	0,3253	0,9770	134	3,0410	0,9311
26	0,03360	0,9968	72	0,3396	0,9765	136	3,2230	0,9294
27	0,03564	0,9966	73	0,3543	0,9760	138	3,4140	0,9276
28	0,03778	0,9963	74	0,3696	0,9753	140	3,6140	0,9258
29	0,04004	0,9960	75	0,3855	0,9748	145	4,1550	0,9214
30	0,04241	0,9957	76	0,4019	0,9741	150	4,7600	0,9168
31	0,04491	0,9954	77	0,4189	0,9735	155	5,4330	0,9121
32	0,04753	0,9951	78	0,4365	0,9729	160	6,1810	0,9073
33	0,05029	0,9947	79	0,4547	0,9723	165	7,0080	0,9024
34	0,05318	0,9944	80	0,4736	0,9716	170	7,9200	0,8973
35	0,05622	0,9940	81	0,4931	0,9710	175	8,9240	0,8921
36	0,05940	0,9937	82	0,5133	0,9704	180	10,0270	0,8869
37	0,06274	0,9933	83	0,5342	0,9697	185	11,2330	0,8815
38	0,06624	0,9930	84	0,5557	0,9691	190	12,5510	0,8760
39	0,06991	0,9927	85	0,5780	0,9684	195	13,9870	0,8704
40	0,07375	0,9923	86	0,6011	0,9678	200	15,5500	0,8647
41	0,07777	0,9919	87	0,6249	0,9671	210	19,0770	0,8528
42	0,08198	0,9915	88	0,6495	0,9665	220	23,1980	0,8403
43	0,08639	0,9911	89	0,6749	0,9658	240	33,4780	0,8136
44	0,09100	0,9907	90	0,7011	0,9652	260	46,9430	0,7839
45	0,09582	0,9902	91	0,7281	0,9644	280	64,2020	0,7505

Tables de détermination de la section d'un câble électrique en fonction de sa longueur, de la tension et de l'ampérage

230 Volts – monophasé – cos θ = 1

		Section en mm²														
Puissance en kw	Intensité en A	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
0,5	2,3	100	165	256	395											
1	4,6	30	84	135	200	335	530									
1,5	6,8	33	57	90	130	225	355	565								
2	9	25	43	68	100	170	265	430	595	Longueur en mètre						
2,5	11,5	20	34	54	80	135	210	340	470	630						
3	13,5	17	29	45	65	110	180	285	395	520						
3,5	16	14	24	39	56	96	155	245	335	450						
4	18	–	21	34	49	84	135	210	295	395	580					
4,5	20	–	19	30	44	75	120	190	260	350	515					
5	23	–	–	27	39	68	105	170	235	315	460	630				
6	27	–	–	23	32	56	90	140	195	260	385	530				
7	32	–	–	–	28	48	76	120	170	225	230	460	570			
8	36	–	–	–	–	42	67	105	145	195	290	400	500	620		
9	41	–	–	–	–	38	60	94	130	175	255	355	440	550		
10	45	–	–	–	–	34	54	84	120	155	230	320	400	495	615	
12	55	–	–	–	–	–	45	70	98	130	190	265	330	410	510	
14	64	–	–	–	–	–	38	60	84	110	165	230	285	350	435	560
16	73	–	–	–	–	–	–	53	74	99	145	200	250	305	380	500
18	82	–	–	–	–	–	–	47	65	88	125	175	220	270	340	440
20	91	–	–	–	–	–	–	–	59	79	115	160	200	245	310	400
25	114	–	–	–	–	–	–	–	–	64	98	130	150	195	245	315
30	136	Limite d'échauffement									77	105	135	165	205	265
35	159	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	90	115	140	175	225
40	182	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	80	100	125	155	200
45	205	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	89	110	135	175
50	227	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	98	120	160
60	273	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	100	140
70	318	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	115

Longueurs max. des câbles en mètres, compatibles avec une chute de tension de 3%.

Exemple : Pour une intensité de 16 ampères à transporter sur 80 mètres, il faudra un câble de 10 mm².

Tables de détermination de la section d'un câble électrique en fonction de sa longueur, de la tension et de l'ampérage

380 Volts – triphasé – cos θ = 0,8

		Section en mm²														
Puissance en kw	Intensité en A	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
2,5	5	190	325	510	745											
3	6	160	270	420	620											
3,5	7	135	230	365	540	895										
4	8	120	200	320	470	785	Longueur en mètre									
4,5	9	105	180	285	420	700										
5	10	96	165	255	375	630	970									
6	12	79	135	210	315	525	810									
7	14	68	115	180	270	455	700									
8	16	60	105	160	240	400	610	940								
9	18	51	92	145	215	355	550	850								
10	19	–	84	130	190	320	500	780								
12	23	–	69	110	160	265	415	640	880							
14	27	–	–	94	140	230	355	550	750							
16	31	–	–	91	120	200	315	485	655	860						
18	35	–	–	–	110	180	280	430	580	770						
20	38	–	–	–	98	10	255	390	520	690						
25	48	–	–	–	–	130	205	315	420	555	760					
30	57	–	–	–	–	–	170	260	355	465	640	840				
35	67	–	–	–	–	–	145	225	300	400	550	730				
40	76	–	–	–	–	–	–	195	260	350	480	640	745			
45	86	–	–	–	–	–	–	175	235	310	430	565	670	770		
50	95	Limite d'échauffement						160	215	285	385	510	600	695		
60	114	–	–	–	–	–	–	–	180	235	320	420	500	580	680	
70	133	–	–	–	–	–	–	–	–	200	275	365	430	495	580	
80	152	–	–	–	–	–	–	–	–	–	240	315	375	430	510	600
90	171	–	–	–	–	–	–	–	–	–	215	280	335	385	445	535
100	190	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	250	300	350	405	480
120	228	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	250	290	340	400
140	266								–	–	–	–	–	250	290	345
160	304								–	–	–	–	–	–	255	300
180	342								–	–	–	–	–	–	–	265

Longueurs max. pour une chute de tension de 5%. Ces longueurs sont également pour une intensité de démarrage de 2 In avec une chute de tension de 10%.

Exemple : Alimenter un moteur de 18 kW cos q – 0,8 avec une câble de 100 m. de long. Il faut choisir un câble de 6 mm².

Gamme de produits Wilo éligibles au dispositif CEE 5ème période

5ème période : 1er janvier 2022 au 31 décembre 2025

Applications CEE / Produits Wilo éligibles aux CEE		Bât. résidentiel	Bâtiment tertiaire		
		BAR-TH-139	BAT-EQ-123	BAT-TH-112	BAT-TH-116
		Variateur sur pompe	Variateur + moteur	Variateur sur moteur	GTB + « Auxiliaires »
		–	–	–	Mise en place d'un système de gestion technique du bâtiment pour un usage chauffage et, le cas échéant, ECS, refroi- dissement/climatisation, éclairage et auxiliaires.
		Asynchrone IE3, IE4 et synchrone IE5	Synchrone IE5	Asynchrone IE3 et IE4	
VEV	Wilo-Stratos MAXO-D-Z	–	–	–	Oui
	Wilo-Stratos Giga-D-B	Oui	Oui		Oui
	Wilo-Stratos GIGA2.0-I-D	Oui	Oui		Oui
	Wilo-Veroline-IP-E	Oui		Oui	Oui
	Wilo-VeroTwin-DP-E	Oui		Oui	Oui
	Wilo-CronoLine-IL-E	Oui		Oui	Oui
	Wilo-CronoTwin-DL-E	Oui		Oui	Oui
	Wilo-CronoBloc-BL-E	Oui		Oui	Oui
	Wilo-Yonos GIGA-N	Oui		Oui	Oui
	Wilo-EFC	Oui		Oui	
VITESSE FIXE	Wilo-Atmos GIGA-N	–	–	–	–
	Wilo-CronoNorm-NLG	–	–	–	–
	Wilo-VeroNorm-NPG	–	–	–	–
	Wilo-SCP	–	–	–	–
SURPRESSION	Wilo-Helix EXCEL	Oui	Oui	–	–
	Wilo-Helix VE	Oui	–	Oui	–
	Wilo-SiBoost Smart Helix VE	Oui	–	Oui	–
	Wilo-SiBoost Smart Helix EXCEL	Oui	Oui	–	–
	Wilo-Comfort-COR-Helix VE	Oui	–	Oui	–

Industrie et réseau de chaleur				Agriculture	
IND-UT-136	IND-UT-114	IND-UT-132	IND-UT-102	AGRI-UT-101	AGRI-UT-102
Variateur + moteur + instrumentation	Variateur + moteur	Moteur	Variateur sur moteur	Variateur + moteur	Variateur sur moteur
Le système doit intégrer : – Un moteur et sa transmission performante – Une pompe entraînée par ce moteur – Un variateur électronique de vitesse – Un ou plusieurs capteur(s) nécessaire(s) à la régulation – Une boucle de régulation – Un compteur de l'énergie électrique consommée par le système.	–	–	–	–	–
Asynchrone IE3, IE4 et synchrone IE5	Synchrone IE5	Asynchrone IE4	Asynchrone IE3 et IE4	Synchrone IE5	Asynchrone IE3 et IE4
–	–	–	–	–	–
Oui	Oui	–	–	Oui	–
Oui	Oui	–	–	–	–
Oui	–	Oui	Oui	–	Oui
Oui	–	Oui	Oui	–	Oui
Oui	–	Oui	Oui	–	Oui
Oui	–	Oui	Oui	–	Oui
Oui	–	Oui	Oui	–	Oui
Oui	–	Oui	Oui	–	Oui
Oui	–		Oui	–	–
–	–	Oui avec option IE4		–	–
–	–	Oui avec option IE4		–	–
–	–	Oui avec option IE4		–	–
–	–	Oui avec option IE4		–	–
–	Oui	–		Oui	–
–	–	–	Oui	–	Oui
–	–	–	Oui	–	Oui
–	Oui	–	–	Oui	–
–	–	–	Oui	–	Oui

wilo

Ed. 02-2022

Wilo France SAS
Espace Lumière – Bâtiment 6
53 bd de la République
78403 Chatou Cedex
T 0 801 802 802 (N° vert)
F 01 30 09 81 01
info.fr@wilo.com
wilo.com/fr/fr

Pioneering for You