ER61 : Production de chaleur dans le bâtiment – Médian

En tant que chargé d'affaire d'une entreprise d'installation, un client souhaite construire un hôtel de 42 chambres sur sous-sol + rez-de-chaussée + 4 étages. Il vous contacte avant d'exécuter les travaux afin que vous lui proposiez une solution technique. Ayant des contacts privilégiés avec certains fournisseurs, vous avez déjà sélectionné quelques matériels et réceptionné quelques offres fournisseurs que vous devez vérifier.

La production est assurée par une chaudière gaz basse température Viessmann Vitogaz 200-F de 144 kW. Elle est situé au sous-sol et fonctionne avec un brûleur 2 allures au gaz naturel type H. Le brûleur est commandé en fonction de la température de départ.

Vous décidez que la chaudière, protégée par une soupape tarée à 3 bars, alimente :

- un réseau radiateurs aciers nord 75/60° monté en mélange, régulé en fonction de la température extérieure de 29 kW
- un réseau radiateurs aciers sud 75/60° monté en mélange, régulé en fonction de la température extérieure de 34 kW
- un échangeur ECS tubes – calandre 75/60° de 68 kW, qui charge un ballon de1500 l, c'est-à-dire que le secondaire de l'échangeur est alimenté par l'eau du ballon ECS. L'échangeur est régulé en variation de débit et la température du ballon est maintenue constante à 55° en contrôlant la température d'entrée du secondaire de l'échangeur. L'eau chaude doit être disponible à toute heure. L'eau froide arrive à 10°C en moyenne.

Les conditions climatiques : Tintérieure = 20°C, Text base = -13°C

Chacune des 42 chambres est identique. Les déperditions d'une chambre ont été calculées au préalable et valent 1500 [W]

Vérifications :

1. A partir de la documentation constructeur, déterminez le débit minimal requis dans la chaudière ainsi que la température minimale des retours chaudières. (/1)
2. Déterminez les débits requis dans chacun des 3 circuits secondaires. (/1)
3. Déterminez le débit maximal pouvant circuler dans la chaudière. (/0.5)
4. Vérifiez que le diamètre de raccordement départ/retour de la chaudière correspond au diamètre du tube qui respecte une vitesse limite de 1 [m/s]. (/1)
5. Déterminez la perte de charge sur l'eau de la chaudière au débit maximal. (/0.5)
6. Déterminez la référence du vase d'expansion (pour déterminer la capacité en eau de l'installation, vous prendrez les ratios pour un régime 70/55°C). (/2)

Schéma :

7. Proposez un schéma de principe hydraulique à partir des recommandations du constructeur de la chaudière ainsi que des données sur les circuits secondaires. Le schéma fera apparaître tous les éléments nécessaires au bon fonctionnement de l'installation, à sa mise en route, à sa maintenance ainsi qu'à sa sécurité. (/3)
8. Installez sur le schéma la régulation de toute l'installation en précisant les graphes associés de chaque organe de réglage. (/3)

Lors de la mise en route, une campagne de mesure des températures intérieures des chambres a révélé que les chambres du réseau nord n'atteignaient pas la température intérieure requise.

9. Vérifiez que le radiateur installé dans chaque chambre H750 x L800 type 22H correspond aux besoins (1 élément = 50mm). (/1)

La perte de charge du réseau radiateur nord, **après la vanne 3 voies**, (tuyauterie + coudes, tés, té de réglage, radiateur) alimentant le radiateur le plus défavorisé, hors vanne 3 voies et hors vanne de réglage de la pompe, a été calculée et vaut 2,3 [mCE]. La perte de charge du réseau **avant la vanne 3 voies sans la chaudière** vaut 1,4 [mCE] pour le débit du réseau radiateur nord.

10. Déterminez la perte de charge du robinet thermostatique (Xp = 2K) (/1)
11. Déterminez la perte de charge de la chaudière lorsqu'elle n'est traversée que par le débit du réseau radiateur nord. (/1)
12. Vérifiez que la vanne 3 voies DN15 - 4,0 du réseau radiateur nord est correcte. (/1.5)

La pompe CXL 80-32T est installée sur le réseau radiateur nord.

13. Déterminez les paramètres qui permettent de sélectionner la pompe et vérifiez que la pompe installée est correcte. (/1.5)

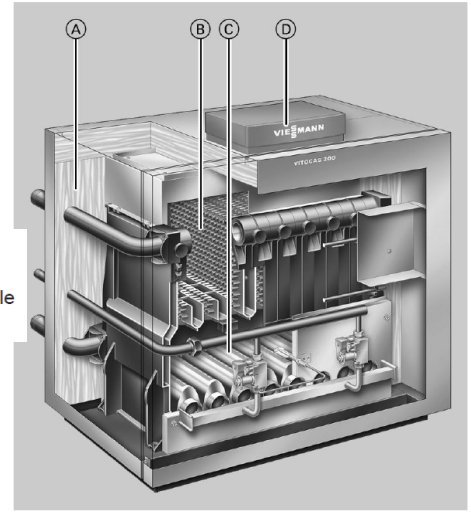
La vanne de réglage de débit de la pompe est une vanne TA STAD DN25 réglée à 2,5 tours et la pompe est réglée sur la vitesse 1.

14. vérifiez que le réglage de la vanne TA est correct, concluez sur votre diagnostique de dysfonctionnement et indiquez la façon d'y remédier. (/2)

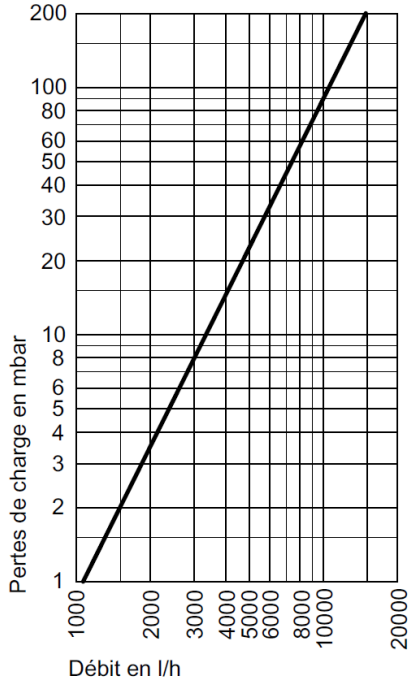
VIESMANN

VITOGAS 200-F

Chaudière basse température gaz
de 72 à 144 kW
à 432 kW dans une installation à plusieurs chaudières



Ⓐ Isolation hautement efficace
Ⓑ Surfaces d'échange en fonte grise spéciale
Ⓒ Brûleur atmosphérique à prémélange en acier inoxydable
Ⓓ Régulation numérique de chaudière Vitotronic



VITOGAS 200-F type GS2

Chaudière basse température gaz
Monobloc ou en éléments à assembler
Pour une marche à température d'eau de chaudière modulée
Avec brûleur à prémélange à deux allures pour le gaz naturel et le propane
Fonctionnement automatique

Vitogas 200-F, type GS2

Chaudière basse température gaz

- Puissance nominale de 72 à 144 kW
  Comme installation à plusieurs chaudières d'une puissance maximale de 432 kW
- Disponible en version monobloc ou en éléments à assembler
- Pour marche avec modulation de la température d'eau de chaudière
- Avec brûleur à prémélange à deux allures pour gaz naturel et propane
- Version automatique
- Température de départ admissible (= température de sécurité) de 110 °C maxi
- Pression de service admissible 6 bar
- Numéro d'identification du produit
  CE-0085 AS 0297

Les points forts

- Fiabilité élevée et longévité importante grâce aux surfaces d'échange en fonte grise spéciale à lamelles de graphite et à la faible charge thermique des surfaces d'échange.
- Faible consommation d'énergie grâce à la modulation de la température d'eau de chaudière.
  Rendement global annuel : 84 % (H_s) / 93 % (H_i).
- Haute sécurité d'allumage et allumage souple et silencieux, grâce au système d'allumage à fonctionnement séquentiel.
- Collecteur de fumées adapté en acier inoxydable pour un fonctionnement en cascade avec jusqu'à trois Vitogas 200-F :
  – Mise en place souple
  – Montage variable du collecteur de fumées
  – Compensation aisée des tolérances par le biais du manchon coulissant
  – Bonne circulation des fumées en raison des sections transversales rondes en continu.
- Régulation de cascade numérique et communicante en fonction de la température extérieure Vitotronic 300-K :
  – Raccordement de trois chaudières avec la Vitotronic 100.
  – Possibilité de raccorder jusqu'à 32 Vitotronic 200-H.
  – Intégration dans la technique de gestion des bâtiments via un BUS LON.

Conditions de fonctionnement

		Exigences	Conversion
1.	Débit volumique d'eau de chauffage	Aucune	—
2.	Température de retour de la chaudière (valeur minimale)	35 °C	Montage d'un système de rehaussement de la température de retour efficace (exemples d'application, voir à partir de la page 73)
3.	Température d'eau de chaudière inférieure	45 °C	Par la régulation Viessmann (matériel livré)
4.	Fonctionnement du brûleur à deux allures	1ère allure 65 % de la puissance nominale	Réglage du brûleur en usine
5.	Marche réduite	Installations à une seule chaudière et chaudière pilote d'installations à plusieurs chaudières – Marche avec température inférieure d'eau de chaudière – Les chaudières en cascade des installations à plusieurs chaudières sont mises à l'arrêt	Par la régulation Viessmann (matériel livré)
6.	Abaissement en fin de semaine	comme la marche réduite	comme la marche réduite

Remarque
Conditions requises pour la qualité de l'eau, voir page 10.

Caractéristiques techniques installation à une seule chaudière

Données techniques

Chaudière gaz, type $B_{11}/B_{11\,BS}$, catégorie $II_{2\,Esi3P}$

Puissance nominale								
Pleine charge	**kW**	**72**	**84**	**96**	**108**	**120**	**132**	**144**
Charge partielle	**kW**	**46,8**	**54,6**	**62,4**	**70,2**	**78**	**85,8**	**93,6**
Débit calorifique nominal								
Pleine charge	kW	78,3	91,3	104,4	117,4	130,4	143,5	156,5
Charge partielle	kW	50,9	59,3	67,8	76,3	84,8	93,2	101,7
Numéro d'identification du produit		CE 0085 AS 0297						
Surface d'échange	m^2	6,23	7,25	8,26	9,28	10,3	11,31	12,33
Coefficient U de l'isolation	$W/m^2 \cdot K$	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Pression de service admissible	bars	6	6	6	6	6	6	6
Pression d'alimentation gaz (pression nominale)								
Gaz naturel	mbar	20	20	20	20	20	20	20
Propane	mbar	50	50	50	50	50	50	50
Pression d'alimentation gaz maxi. adm.								
Gaz naturel	mbar	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Propane	mbar	57,5	57,5	57,5	57,5	57,5	57,5	57,5
Dimensions totales								
Longueur	mm	770	770	770	770	770	770	770
Longueur totale b	mm	1007	1007	1057	1057	1057	1057	1057
Largeur a	mm	1010	1120	1220	1330	1430	1540	1640
Hauteur sans régulation	mm	1050	1050	1050	1050	1050	1050	1050
Hauteur avec régulation Vitotronic 100, type KC4 ou Vitotronic 200, type KW5	mm	1141	1141	1141	1141	1141	1141	1141
Vitotronic 100, type GC1 ou Vitotronic 300, type GW2	mm	1226	1226	1226	1226	1226	1226	1226
Hauteur avec coude de fumées c	mm	1302	1342	1371	1371	1404	1404	1404
Longueur corps de chaudière	mm	861	861	861	861	861	861	861
Dimensions des éléments								
Elément latéral l x H x P	mm	120 x 734 x 557						
Elément central l x H x P	mm	105 x 585 x 557						
Nombre d'éléments en fonte	unités	7	8	9	10	11	12	13
Nombre de rampes de brûleur	unités	6	7	8	9	10	11	12
Poids du corps de chaudière	kg	324	365	406	447	488	529	570
Poids total avec isolation, brûleur et régulation de chaudière	kg	388	435	483	533	585	631	679
Capacité eau de chaudière	litres	37,6	43,0	48,3	53,6	59,0	64,3	69,6
Raccords chaudière								
Départ et retour chaudière	R	2	2	2	2	2	2	2
Départ sécurité	G	1½	1½	1½	1½	1½	1½	1½
Vidange	R	1	1	1	1	1	1	1
Diamètre intérieur de la conduite allant au vase d'expansion	DN	20	20	20	20	20	20	20
	R	¾	¾	¾	¾	¾	¾	¾
Soupape de sécurité	DN	20	20	20	25	25	25	25
	R	¾	¾	¾	1	1	1	1
Conduite de décharge	DN	25	25	25	32	32	32	32
	R	1	1	1	1¼	1¼	1¼	1¼
Raccord gaz	R	1	1	1	1	1	1	1

Caractéristiques techniques installation à une seule chaudière (suite)

Puissance nominale								
Pleine charge	**kW**	**72**	**84**	**96**	**108**	**120**	**132**	**144**
Charge partielle	**kW**	**46,8**	**54,6**	**62,4**	**70,2**	**78**	**85,8**	**93,6**
Valeurs de raccordement rapportées à la charge maxi.								
Gaz naturel Es (H)	m^3/h	8,29	9,66	11,05	12,42	13,80	15,19	16,56
Gaz naturel Ei (L)	m^3/h	9,63	11,23	12,84	14,44	16,04	17,65	19,25
Propane	kg/h	6,12	7,14	8,16	9,18	10,20	11,22	12,24
Paramètres fumées (valeurs de calcul pour le dimensionnement du conduit d'évacuation des fumées selon EN 13384)								
Températures de fumées (valeurs brutes mesurées avec une température d'air de combustion de 20 °C) :								
50 °C de température d'eau de chaudière (valeurs mesurées déterminantes pour le dimensionnement du conduit d'évacuation des fumées)								
Pleine charge	°C	115	107	104	102	105	105	109
Charge partielle (à 65 % de la puissance nominale)	°C	82	86	73	77	73	75	73
80 °C de température d'eau de chaudière (valeurs mesurées pour la détermination du domaine d'application des conduits d'évacuation des fumées avec les températures de service maxi. admissibles)	°C	124	116	113	111	114	114	118
Débit massique								
Pleine charge	kg/h	170	186	226	262	278	306	320
avec une teneur en CO_2	%	6,8	7,3	6,8	6,6	6,9	6,9	7,2
Charge partielle	kg/h	149	165	195	233	244	268	277
avec une teneur en CO_2	%	4,9	5,2	5,0	4,7	5,0	5,0	5,3
Tirage requis	Pa	3	3	3	3	3	3	3
	mbar	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Evacuation des fumées	Ømm	180	200	225	225	250	250	250
Rendement global annuel T_D/T_R = 75/60 °C	%	84 (PCS)/93 (PCI)						
Consommation d'entretien pour une température d'eau de chaudière de 60 °C	%	0,72	0,69	0,67	0,65	0,64	0,63	0,62

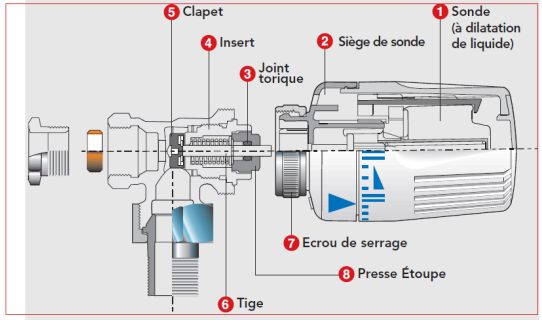
Remarque

Si la pression d'alimentation gaz est supérieure à la pression d'alimentation gaz maxi. admissible, un pressostat gaz indépendant devra être couplé en amont de l'installation.

Les indications pour la charge partielle se réfèrent à une puissance égale à 65 % de la puissance nominale. Si la charge partielle est différente (fonction du mode de fonctionnement), le débit massique des fumées sera à calculer en conséquence.

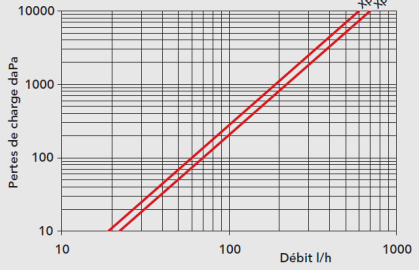
ACIER NOIR		NF A 49-145 (tarif 1) / NF A 49-140 (tarif 2) (Tube soudé, filetable)					NF A 49-115 (tarif 3) (Tube sans soudure, filetable)					
Ancienne dénom.		D ext. Épai.	D int.	Sur. ext.	P	Cont.	D ext. Épai.	D int.	Sur. ext.	P	Cont.
Pouces	mm	mm mm	mm	m²/ml	kg/ml	l/ml	mm mm	mm	m²/ml	kg/ml	l/ml
1/4	8/13	**13,5 × 2,0**	9,5	0,042	0,57	0,07						
3/8	12/17	**17,2 × 2,0**	13,2	0,054	0,75	0,14	**17,2 × 2,3**	12,6	0,054	0,85	0,12
1/2	15/21	**21,3 × 2,3**	16,7	0,067	1,10	0,22	**21,3 × 2,6**	16,1	0,067	1,22	0,20
3/4	20/27	**26,9 × 2,3**	22,3	0,084	1,41	0,39	**26,9 × 2,6**	21,7	0,084	1,58	0,37
1	26/34	**33,7 × 2,9**	27,9	0,106	2,21	0,61	**33,7 × 3,2**	27,3	0,106	2,44	0,59
1 1/4	33/42	**42,4 × 2,9**	36,6	0,133	2,84	1,05	**42,4 × 3,2**	36,0	0,133	3,14	1,02
1 1/2	40/49	**48,3 × 2,9**	42,5	0,152	3,26	1,42	**48,3 × 3,2**	41,9	0,152	3,61	1,38
2	50/60	**60,3 × 3,2**	53,9	0,189	4,56	2,28	**60,3 × 3,6**	53,1	0,189	5,10	2,21
2 1/2	66/76	**76,1 × 3,2**	69,7	0,239	5,80	3,81	**76,1 × 3,6**	68,9	0,239	6,51	3,73
3	80/90	**88,9 × 3,2**	82,5	0,279	6,81	5,34	**88,9 × 3,6**	81,7	0,279	8,47	5,24
3 1/2	90/102	**101,6 × 3,6**	94,4	0,319	8,74	7,00	**101,6 × 4,0**	93,6	0,319	9,72	6,88
4	107/114	**114,3 × 3,6**	107,1	0,359	9,89	9,00	**114,3 × 4,0**	106,3	0,359	12,10	8,87
	125/133										
	131/140										
	150/159										
	159/168										
	183/194										
	207/219										
	232/245										
	260/273										
	310/324										
	340/356										
	389/406										

Vue éclatée d'un robinet thermostatique



Robinets thermostatiques

Corps thermostatiques à Kv fixe CSN 15E, CSN 15D, CSN 15I



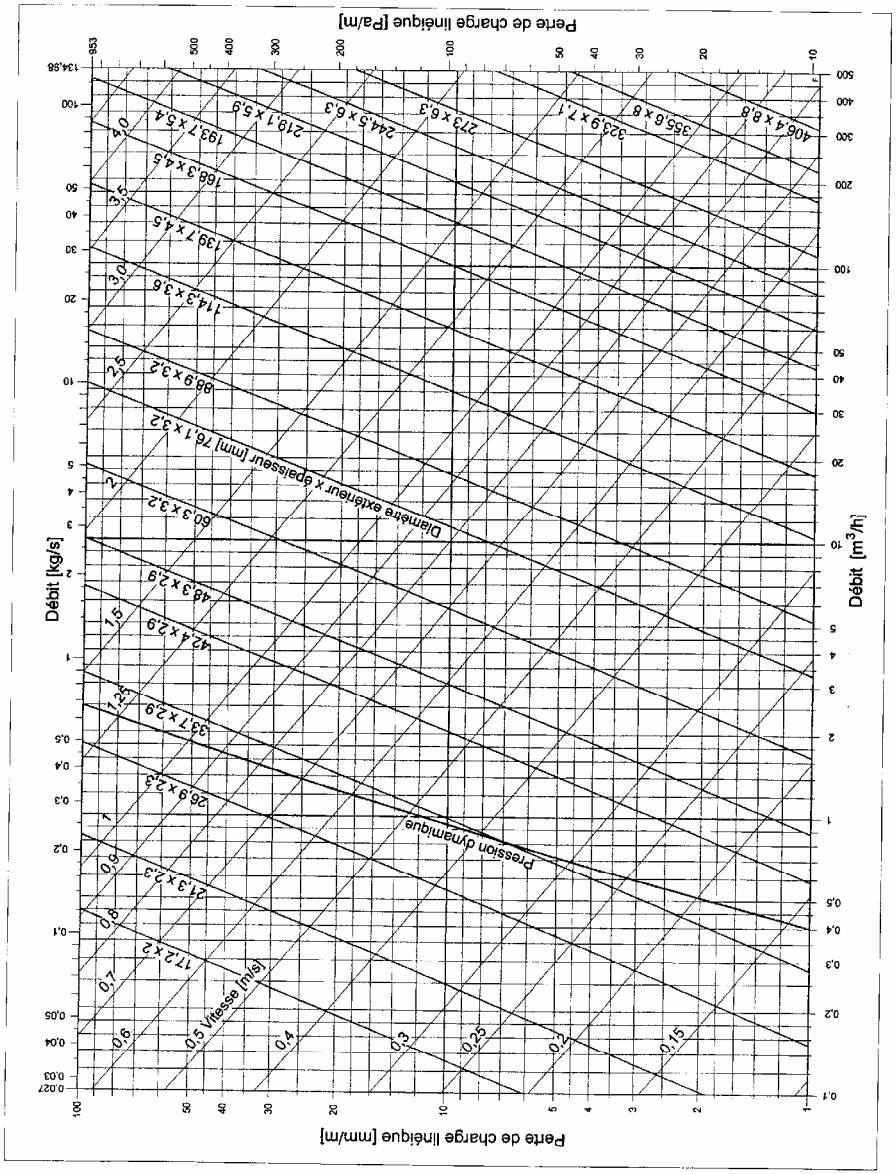
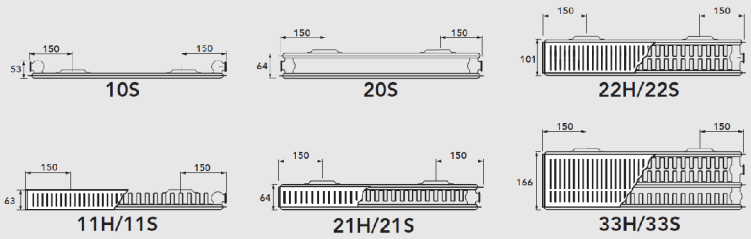


Figure 3.3.1.F Perte de charge linéique des tubes en acier noir (Rugosité absolue : 0,05 [mm]) Eau chaude à 80 [° C] (Masse volumique : 971,8 [kg/m³], Viscosité cinématique : 0,36 [cSt]).

Horizontaux

REGGANE 300 Standard et Habillé



Calcul de la puissance thermique pour un Δt quelconque

Prendre dans les tableaux les caractéristiques données pour un élément :

P50 : puissance thermique pour Δt = 50°C

n : pente de la droite d'émission

La puissance P, pour une valeur Δt quelconque se calcule par : $P = P50 \left[\frac{\Delta T}{50} \right]^n$

La valeur du Δt est calculée par l'une ou l'autre des formules définies ci-dessous.

Calcul des corps de chauffe à basse température et forte chute

Il est rappelé que le Δt arithmétique est la différence entre la température moyenne du radiateur (Tm) et la température du local (ti), soit $\Delta t = \frac{Te + Ts}{2} - ti$

Exemple : eau à 80/60°C et ti = 19°C : $Tm = \frac{80 + 60}{2}$ et Δt = 70 - 19 = 51°C

Limites d'utilisation du Δt arithmétique.

Chaque fois que le rapport $\frac{Ts - ti}{Te - ti}$ est inférieur à 0,7 il faut utiliser, pour la détermination de la puissance thermique d'un corps de chauffe, l'écart logarithmique de température Δt_{in} obtenu par la formule :

$$\Delta t_{in} = \frac{Te - Ts}{\ln \frac{Te - ti}{Ts - ti}}$$

REGGANE 3000 Horizontal Habillé et Intégré Habillé

Hauteur	11H - 11C				21H - 21C				22H - 22C				32C				33H - 33C			
	Δt 50°C (W)	Pente (n)	Poids (kg)	Volume (l)	Δt 50°C (W)	Pente (n)	Poids (kg)	Volume (l)	Δt 50°C (W)	Pente (n)	Poids (kg)	Volume (l)	Δt 50°C (W)	Pente (n)	Poids (kg)	Volume (l)	Δt 50°C (W)	Pente (n)	Poids (kg)	Volume (l)
300	–	–	–	–	37,3	1,362	0,72	0,16	49,2	1,376	0,86	0,16	–	–	–	–	68,3	1,369	1,29	0,24
400	34,2	1,342	0,63	0,11	46,9	1,359	0,96	0,21	62,6	1,368	1,15	0,21	67,2	1,371	1,66	0,21	87,7	1,365	1,75	0,32
500	41,6	1,332	0,79	0,13	55,9	1,355	1,20	0,27	75,0	1,360	1,45	0,27	–	–	–	–	106,0	1,361	2,21	0,40
600	48,4	1,322	0,95	0,16	64,4	1,352	1,44	0,32	86,4	1,352	1,75	0,32	90,0	1,370	2,55	0,32	124,0	1,357	2,67	0,48
750	57,7	1,307	1,19	0,20	76,2	1,347	1,80	0,40	102,0	1,340	2,19	0,40	106,0	1,369	3,15	0,40	149,0	1,351	3,36	0,60
900	65,8	1,292	1,43	0,24	87,2	1,343	2,16	0,48	116,0	1,327	2,64	0,48	–	–	–	–	172,0	1,345	4,05	0,72

SIEMENS

4463

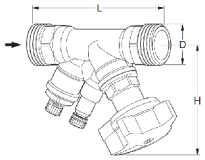
VXG41...

Modèle standard

Référence	DN [mm]	k_{vs} [m³/h]	S_v	Δp_{vmax} mélangeuse [kPa]	Δp_{vmax} diviseuse 2) [kPa]
VXG41.1301 1)	15/6	1,6	> 50	800	200
VXG41.1401 1)	15/10	2,5			
VXG41.15	15	4,0			
VXG41.20	20	6,3	> 100		
VXG41.25	25	10			
VXG41.32	32	16			
VXG41.40	40	25			
VXG41.50	50	40			

STAD: Équilibrage, préréglage, mesure, arrêt, vidange

Sans raccord de vidange



No TA	DN	D***	L	H	Kvs
52 152-009	10/09	G1/2	105	100	1,47
52 152-014	15/14	G3/4	114	100	2,52
52 152-020	20	G1	125	100	5,70
52 152-025	25	G1 1/4	142	105	8,70
52 152-032	32	G1 1/2	160	110	14,2
52 152-040	40	G2	170	120	19,2
52 152-050	50	G2 1/2	200	120	33,0

Vidange peut être installé avec l'installation sous pression.

→ = Direction du débit

Kvs = m³/h pour une pression différentielle de 1 bar, la vanne étant complètement ouverte.

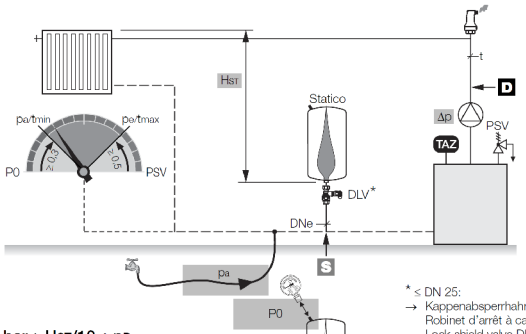
***) Taraudage selon norme DIN 3546.

Valeurs Kv

STAD, STADA, STAD-C, STA

No de tours	DN 10/09	DN 15/14	DN 20	DN 25	DN 32	DN 40	DN 50
0.5	-	0.127	0.511	0.60	1.14	1.75	2.56
1	0.090	0.212	0.757	1.03	1.90	3.30	4.20
1.5	0.137	0.314	1.19	2.10	3.10	4.60	7.20
2	0.260	0.571	1.90	3.62	4.66	6.10	11.7
2.5	0.480	0.877	2.80	5.30	7.10	8.80	16.2
3	0.826	1.38	3.87	6.90	9.50	12.6	21.5
3.5	1.26	1.98	4.75	8.00	11.8	16.0	26.5
4	1.47	2.52	5.70	8.70	14.2	19.2	33.0

startup: P0 | pa einstellen | réglage | setting | instellen



S P0 = 0,3 bar + Hst/10 + pD
D P0 = 0,3 bar + Hst/10 + pD + Δp

S pa ≥ 0,6 bar + Hst/10 + pD
D pa ≥ 0,6 bar + Hst/10 + pD + Δp

pD = 0 bar TAZ ≤ 100 °C
pD = 0,2 bar TAZ = 105 °C
pD = 0,4 bar TAZ = 110 °C

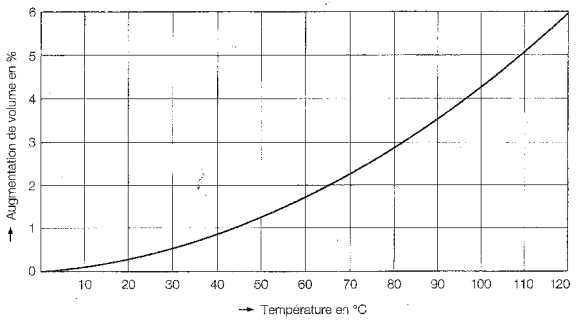
* ≤ DN 25:
→ Kappenabsperrhahn DLV
Robinet d'arrêt à capuchon DLV
Lock shield valve DLV
Kapventiel DLV
⏭ Montage | Betrieb
Montage | Exploitation
Assembly | Operation
Montage | Werking

* > DN 32:
→ Fremdfabrikat
fabrication par un tiers
manufactured by third party
geen eigen fabrikaat

• **Augmentation du volume de l'eau en %**
Le tableau ci-dessous indique l'augmentation du volume de l'eau en pour cent lorsque sa température passe de 10 °C à 110 °C.

Accroissement de empérature	Augmentation du volume
10 - 40 °C	0,75%
10 - 50 °C	1,18%
10 - 60 °C	1,68%
10 - 70 °C	2,25%
10 - 80 °C	2,89%
10 - 90 °C	3,58%
10 - 100 °C	4,34%
10 - 110 °C	5,16%

Le graphique ci-dessous indique le pourcentage pour les autres températures.



Vase Statico SD

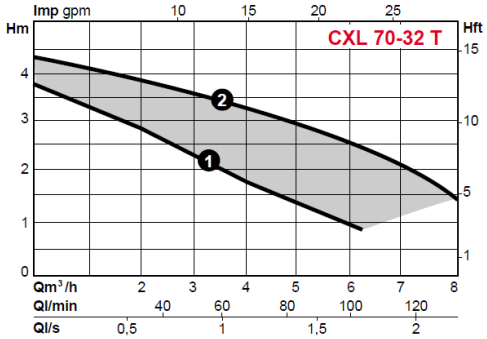
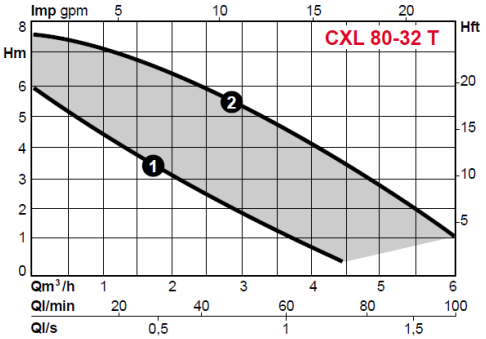
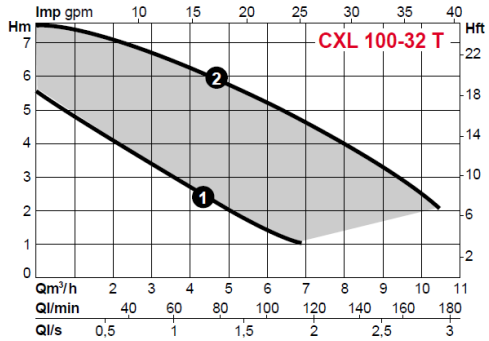
3 bar — Prix 2010 en €

TYPE	P0 bar	D mm	P mm	G kg	S R	CONDI.* pièces	N°D'ARTICLE	CT	UNITAIRE HT Euros
SD 8.3	1,0	285	166	3,5	1/2	108/18	710 1000	A	**69,20**
SD 12.3	1,0	320	199	3,7	1/2	60/12	710 1001	A	**72,10**
SD 18.3	1,0	360	222	4,1	3/4	50/10	710 1002	A	**81,10**
SD 25.3	1,0	405	249	5,0	3/4	39/6	710 1003	A	**89,10**
SD 35.3	1,0	455	280	6,4	3/4	32/8	710 1004	A	**107,50**
SD 50.3	1,5	505	316	8,0	3/4	25/4	710 1005	A	**139,50**
SD 80.3	1,5	605	346	12,7	3/4	12/4	710 1006	A	**197,80**

Vase Statico SU

3 bar — Prix 2010 en €

TYPE	P0 bar	D mm	H mm	G kg	S R	CONDI.	N°D'ARTICLE	CT	UNITAIRE HT Euros
SU 140.3	1,5	420	1265	39	3/4	1	710 1008	B	**505,00**
SU 200.3	1,5	500	1325	49	3/4	1	710 1010	B	**600,00**
SU 300.3	1,5	560	1440	60	3/4	1	710 1011	B	**703,00**
SU 400.3	1,5	620	1490	70	3/4	1	710 1012	B	**834,00**
SU 500.3	1,5	680	1575	83	3/4	1	710 1013	B	**1 037,00**
SU 600.3	1,5	740	1580	103	3/4	1	710 1014	B	**1 237,00**
SU 800.3	1,5	740	2130	116	3/4	1	710 1015	B	**1 739,00**

	tmax | tR	°C	90 | 70	80 | 60	70 | 55	70 | 50	60 | 40	50 | 40	40 | 30	35 | 28
	Radiateurs fonte	vA litre/kW	14,0	16,5	20,1	20,6	27,9	36,6	-	-
	Radiateurs 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	-	-
Echangeurs	Batteries	vA litre/kW	5,8	6,1	7,2	6,6	7,6	10,8	-	-
	Chauffage au sol	vA litre/kW	10,3	11,4	13,3	13,1	15,8	20,3	29,1	37,8

* Antifrogen N ** Volume en eau = générateurs + tuyauteries + emetteurs