



Systemes de récupération de calories

pour le chauffage et la production d'eau chaude

Systèmes de récupération de calories

Pourquoi récupérer des calories ?

Ou plutôt : pourquoi pas ? Chaque compresseur à vis et chaque surpresseur transforme près de 100 % de l'énergie électrique consommée en énergie calorifique.

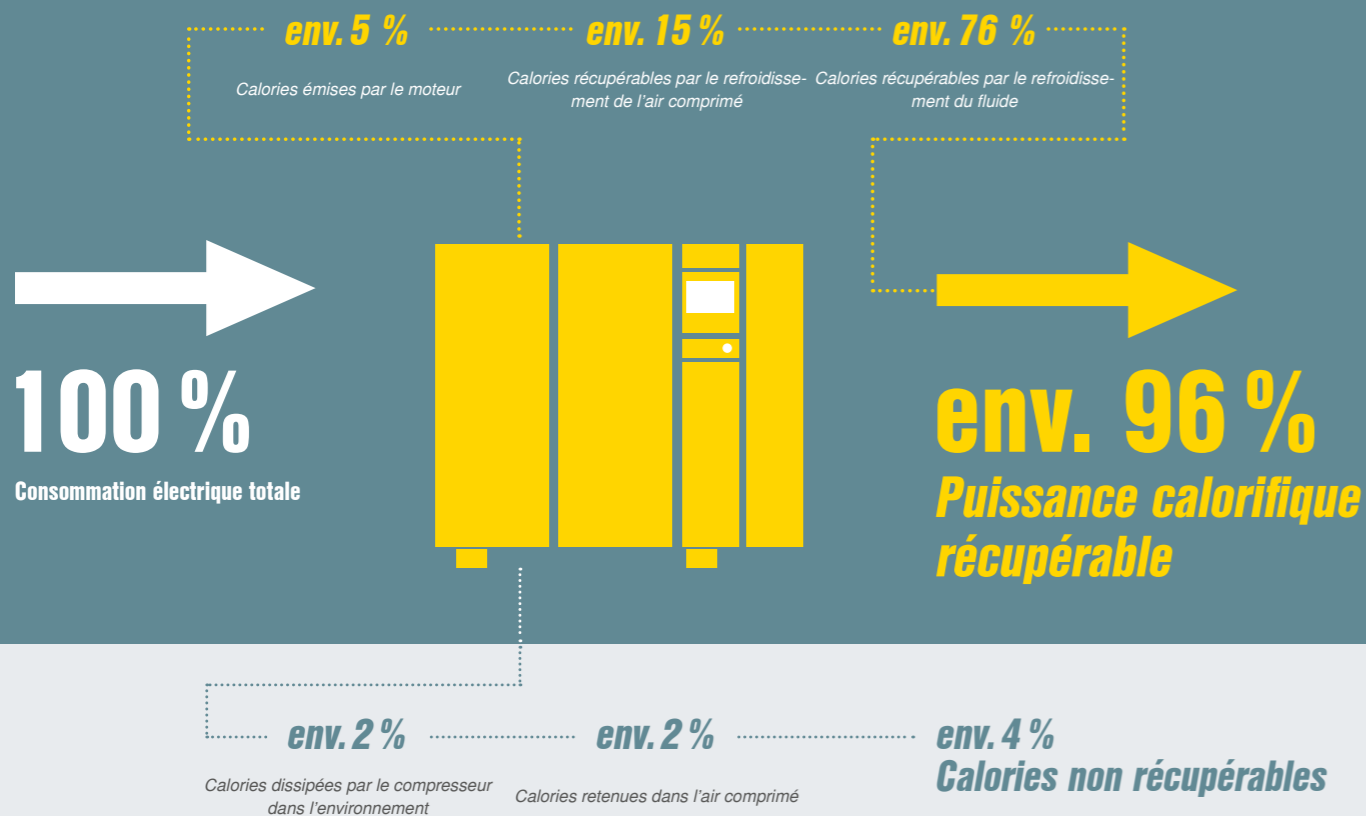
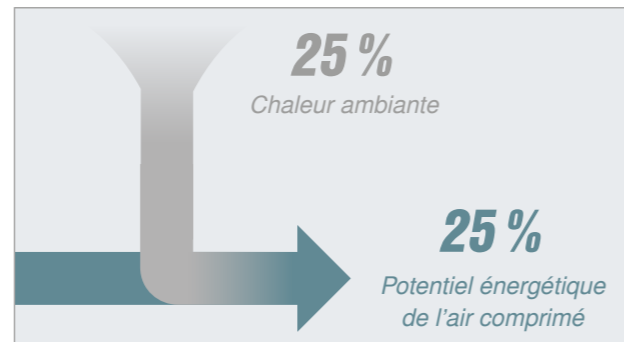
Or, jusqu'à 96% de cette énergie est récupérable, par exemple pour le chauffage. Cela permet de réduire la consommation d'énergie primaire et d'améliorer considérablement le bilan énergétique global.

Les calories du compresseur

Les compresseurs à vis, les boosters et les surpresseurs transforment près de 100 % de l'énergie électrique consommée en énergie calorifique. Le diagramme (ci-contre) montre la répartition de cette énergie dans le système de compression et la part récupérable.

Environ 96 % peuvent être réutilisés, 2 % sont retenus dans l'air comprimé et 2 % sont dissipés. Mais d'où vient l'énergie récupérable de l'air comprimé ?

La réponse est simple et peut surprendre : pendant la compression et la transformation de l'énergie électrique en énergie calorifique, le compresseur charge l'air qu'il aspire d'un potentiel d'énergie qui correspond à environ 25% de la puissance électrique consommée. Ce potentiel est utilisable lorsque l'air comprimé, en se détendant à la consommation, soustrait l'énergie calorifique de son environnement. Le taux d'énergie utilisable varie en fonction des pertes de charge et des fuites dans le circuit.



Réduire les coûts et préserver l'environnement

Économie

Chauffage au gaz
756 € à 209 525 €/an

Chauffage au fioul
912 € à 252 848 €/an

Récupération
de calories

jusqu'à 96 %
débit
d'air chaud
récupérable

100 % de la puissance électrique



Échangeurs de chaleur à plaques	Taille du compresseur		
	petit	moyen	gros
Modèle	SM 16	BSD 83	FSD 475
Puissance nominale moteur	9 kW	45 kW	250 kW
Potentiels d'économies par an, pour du fioul	2 570 €	27 110 €	136 565 €
	4 671 kg CO ₂	49 285 kg CO ₂	248 274 kg CO ₂



Fig. : Booster DN 45 C avec récupération de l'air chaud

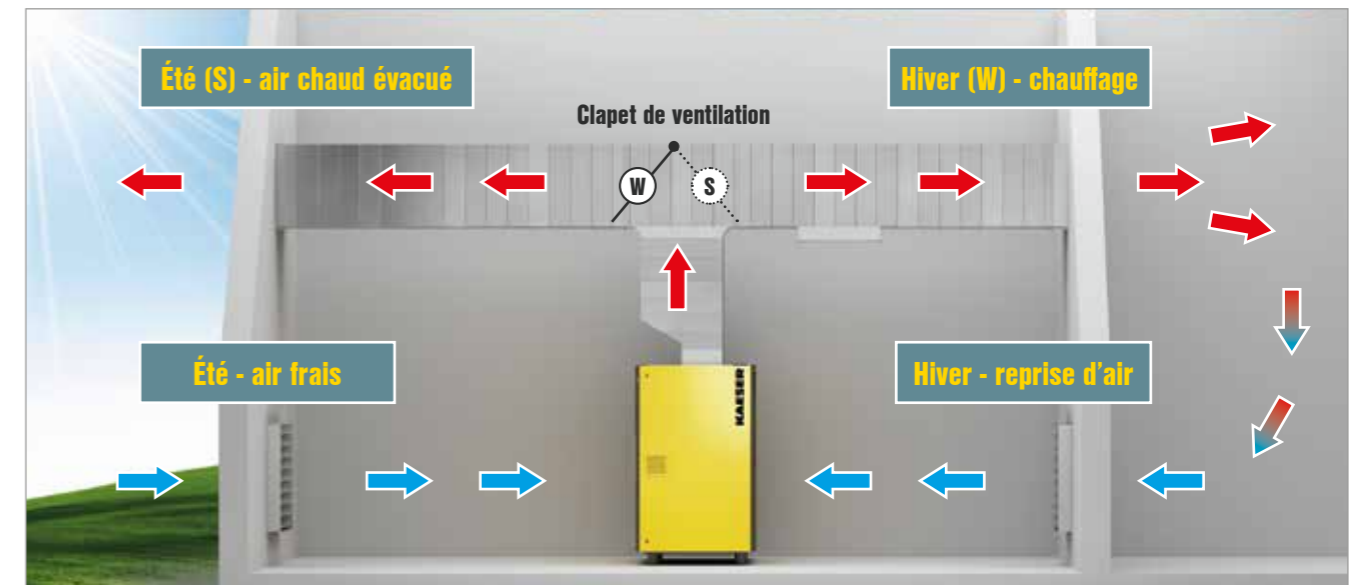
Systèmes de récupération de calories – Air chaud

Minimiser la consommation d'énergie primaire pour le chauffage

Les compresseurs à vis, les boosters et les surpresseurs modernes se prêtent très bien à la récupération de calories.

Le recyclage de l'air chaud directement dans un réseau de gaines permet de récupérer 96 % de l'énergie consommée, qu'il s'agisse d'un compresseur avec ou sans injection d'huile, d'un booster ou d'un surpresseur.

jusqu'à
96%
récupérables



Chauffage à air chaud

L'air de refroidissement chaud peut servir à chauffer des locaux très facilement et efficacement au moyen de gaines. Jusqu'à 96 % de la puissance électrique consommée par un compresseur peut être utilisée pour le chauffage ou pour des process industriels. Lorsque l'énergie calorifique est utilisée pour le chauffage à air chaud, des gaines conduisent l'air de refroidissement chaud dans les zones à chauffer, comme par exemple des entrepôts ou des ateliers. Un clapet de ventilation dirige l'air chaud à l'extérieur en été (S) et dans les locaux à chauffer en hiver (W).

Minimiser la consommation d'énergie primaire pour la production d'eau chaude à usage industriel ou sanitaire et pour le chauffage

jusqu'à
+70 °C



Les échangeurs de chaleur utilisent l'énergie calorifique des compresseurs pour chauffer de l'eau à +70 °C, voire à +85 °C si nécessaire, pour le chauffage ou des usages sanitaires.

Les échangeurs de chaleur à plaques PTG sont destinés à la production d'eau chaude sanitaire ou industrielle, l'utilisation la plus courante des calories récupérées.

Les échangeurs de sécurité spéciaux sont utilisés quand aucun autre circuit d'eau n'est prévu et que l'eau à chauffer doit satisfaire aux plus hautes exigences de pureté, comme par exemple l'eau de lavage dans l'agroalimentaire.

Ces échangeurs de chaleur utilisent l'énergie calorifique des compresseurs pour chauffer de l'eau à +70 °C. Des configurations spécifiques permettent d'atteindre des températures supérieures (sur demande).



Apport d'énergie calorifique dans des systèmes de chauffage

Jusqu'à 76 % de la puissance électrique consommée par un compresseur peut être utilisée dans des chaufferies à eau chaude ou des systèmes de production d'eau industrielle. Cela permet de réduire considérablement la consommation d'énergie primaire nécessaire pour le chauffage.



Échangeurs à plaques PTG

Les échangeurs de chaleur à plaques sont la solution de choix pour produire de l'eau chaude à usage sanitaire ou industriel en utilisant l'énergie calorifique des compresseurs à vis.



Équipement pour les compresseurs à vis



Récupération des calories de l'air chaud

Tous les compresseurs à vis KAESER sont prévus pour le raccordement de gaines d'évacuation. Celles-ci sont à poser par le client. L'air de refroidissement chaud peut servir à chauffer des locaux. Utilisations possibles : séchage, chauffage d'ateliers et de bâtiments, rideaux d'air chaud, préchauffage de l'air de combustion pour brûleurs à fioul.



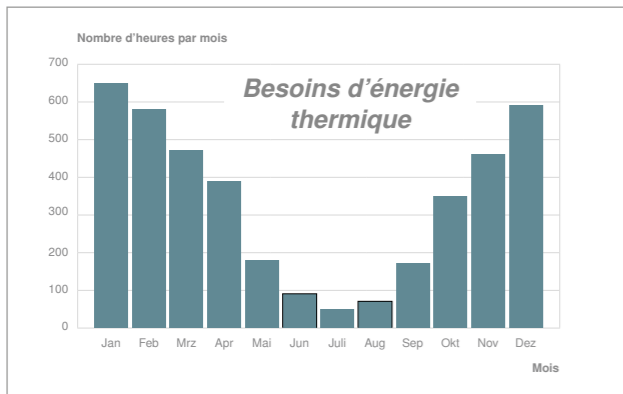
Échangeur de chaleur à plaques PTG

Les compresseurs à vis à partir de la série SM (5,5 kW et plus) peuvent être équipés de systèmes PTG. L'échangeur de chaleur PTG est intégré dans le compresseur ou installé à l'extérieur, selon la taille du compresseur. Utilisations possibles : systèmes de chauffage central, blanchisseries, galvanoplastie, chaleur process générale. Avec des échangeurs de chaleur de sécurité spéciaux : eau de lavage dans l'agroalimentaire, chauffage d'eau de piscine, chauffage d'eau chaude sanitaire.



Échangeur de chaleur à faisceau tubulaire

Des échangeurs de chaleur à faisceau tubulaire spéciaux sont proposés au choix si l'eau de refroidissement n'est pas de bonne qualité (eau calcaire, eau sale ou eau de mer). Nos spécialistes de l'air comprimé vous conseilleront sur le type d'échangeur adapté à votre utilisation.



L'air chaud n'est pas seulement utile en hiver

Si le chauffage est indispensable en hiver, une certaine puissance calorifique est également nécessaire à l'entre-saison, par exemple pour l'alimentation en eau chaude. On peut estimer à 4 000 heures les besoins en énergie calorifique sur l'année.

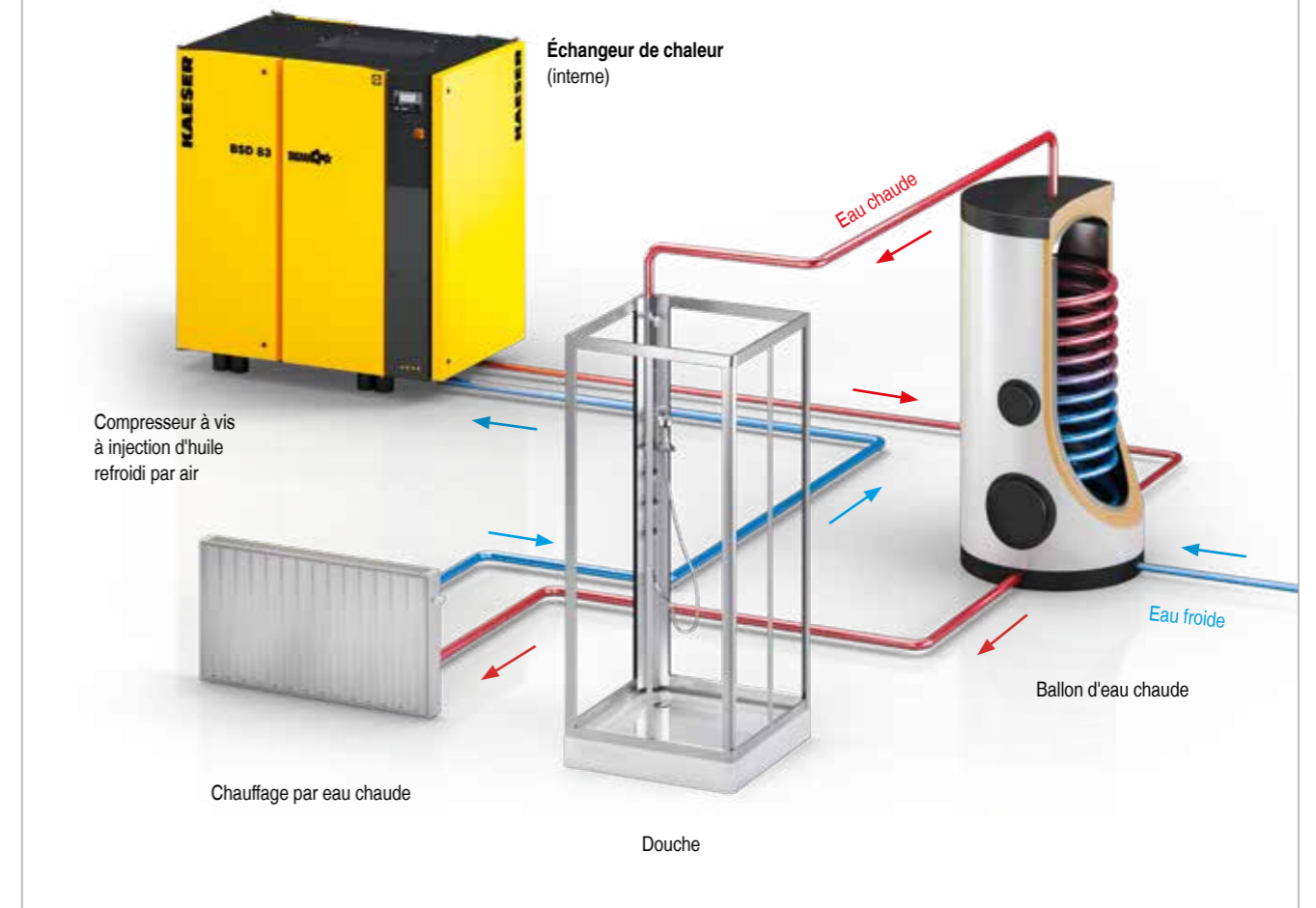


Fig. : Schéma de la récupération de calories ; utilisation pour l'eau potable possible uniquement avec un échangeur de chaleur de sécurité (SWT).



Fig. : Intérieur d'un compresseur avec échangeur de chaleur à plaques, vanne thermostatique et tuyauterie

Caractéristiques techniques pour...

Air chaud

Modèle	à la pression de service maxi bar	Puissance nominale moteur kW	Puissance calorifique maximale disponible		Débit d'air chaud récupérable m³/h	Chauffage d'air de refroidissement K (env.)	Potentiel d'économie fioul			Potentiel d'économie gaz naturel			
			kW	MJ/h ¹			Fioul l	CO ₂ kg	Économie coûts de chauffage €/an	Gaz naturel m³	CO ₂ kg	Économie coûts de chauffage €/an	
SX 3	8	2,2	2,7	10	1000	8	608	1 658	912	504	1 008	756	
SX 4		3	3,4	12	1000	10	766	2 089	1 149	635	1 270	953	
SX 6		4	4,4	16	1000	13	992	2 705	1 488	822	1 644	1 233	
SX 8		5,5	6,0	22	1300	14	1 352	3 687	2 028	1 120	2 240	1 680	
SM 10	8	5,5	6,8	25	2100	10	1 532	4 178	2 298	1 270	2 540	1 905	
SM 13		7,5	9,1	33		13	2 051	5 593		3 077	1 699	3 398	2 549
SM 16		9	11,1	40		16	2 501	6 820		3 752	2 073	4 146	3 110
SK 22	8	11	13,2	48	2500	16	2 975	8 113	4 463	2 465	4 930	3 698	
SK 25		15	16,5	59	3000	17	3 718	10 139		5 577	3 081	6 162	4 622
ASK 28	8	15	18,4	66	4000	14	4 147	11 309	6 221	3 436	6 872	5 154	
ASK 34		18,5	22,8	82	4000	17	5 138	14 011		7 707	8 516	6 387	
ASK 40		22	26,8	96	5000	16	6 040	16 471		9 060	5 005	10 010	7 508
ASD 35	8,5	18,5	19,9	72	3800	16	8 969	24 458	13 454	7 432	14 864	11 148	
ASD 40		22	23,5	85	3800	19	10 592	28 884		15 888	8 777	17 554	13 166
ASD 50		25	28,0	101	4500	19	12 620	34 415		18 930	10 458	20 916	15 687
ASD 60		30	34,6	125	5400	19	15 595	42 528		23 393	12 923	25 846	19 385
BSD 65	8,5	30	35,2	127	6500	16	15 865	43 264	23 798	13 147	26 294	19 721	
BSD 75		37	43,4	156	8000	16	19 561	53 343		29 342	16 209	32 418	24 314
BSD 83		45	52,0	187	8000	20	23 437	63 913		35 156	19 421	38 842	29 132
CSD 90	8,5	45	51	184	8000	19	22 986	62 683	34 479	19 048	38 096	28 572	
CSD 110		55	61	220	9500	19	27 493	74 973		41 240	22 782	45 564	34 173
CSD 130		75	74	266	11000	20	33 352	90 951		50 028	27 638	55 276	41 457
CSDX 145	8,5	75	84	302	11000	23	37 860	103 244	56 790	31 373	62 746	47 060	
CSDX 175		90	101	364	13000	23	45 522	124 138		68 283	37 722	75 444	56 583
DSD 145	9	75	82	295	11000	22	36 958	100 784	55 437	30 626	61 252	45 939	
DSD 175	8,5	90	96	346	13000	22	43 268	117 992		64 902	35 854	71 708	53 781
DSD 205	8,5	110	120	432	17000	21	54 085	147 490		81 128	44 818	89 636	67 227
DSD 240	8,5	132	145	522	20000	22	65 353	178 218		98 030	54 155	108 310	81 233
DSDX 245	8,5	132	143	515	21000	20	64 451	175 758	96 677	53 408	106 816	80 112	
DSDX 305		160	174	626		25	78 423	213 860		117 635	64 986	129 972	129 972
ESD 375	8,5	200	221	796	30000	22	99 607	271 628	149 411	82 540	165 080	123 810	
ESD 445		250	254	914	34000	22	114 480	312 187		171 720	94 865	189 730	142 298
FSD 475	8,5	250	274	986	40000	21	123 494	336 768	185 241	102 334	204 668	153 501	
FSD 575		315	333	1199		25	150 086	409 285		225 129	124 370	248 740	248 740
HSD 662	8,5	360	21	76	10000	6	9 465	25 811	14 198	7 843	15 686	11 765	
HSD 722		400	24	86		7	10 817	29 498		16 226	8 964	17 928	13 446
HSD 782		450	25	90		7	11 268	30 728		16 902	9 337	18 674	14 006
HSD 842		500	28	101		8	12 620	34 415		18 930	10 458	20 916	15 687

¹ 1 MJ/h = 1 kW x 3,6

Économies calculées pour un compresseur ASD 50

Fioul		Gaz naturel	
Puissance calorifique maximale disponible :	28,0 kW	Puissance calorifique maximale disponible :	28,0 kW
Pouvoir calorifique du litre de fioul :	9,861 kWh/l	Pouvoir calorifique du m³ de gaz naturel :	10,2 kWh/m³
Rendement du chauffage au fioul :	90 %	Rendement du chauffage au gaz naturel :	105 %
Prix moyen du litre de fioul :	1,50 €/l	Prix du m³ de gaz naturel :	1,50 €/m³
Économie :	$\frac{28,0 \text{ kW} \times 4 000 \text{ h/a}}{0,90 \times 9,861 \text{ kWh/l}} \times 1,50 \text{ €/l} = \mathbf{18 930 \text{ € par an}}$	Économie :	$\frac{28,0 \text{ kW} \times 4 000 \text{ h/a}}{1,05 \times 10,2 \text{ kWh/m}^3} \times 1,50 \text{ €/m}^3 = \mathbf{15 686 \text{ € par an}}$

Remarque : Les potentiels d'économie sont calculés pour des compresseurs à pleine charge, à la température de fonctionnement et à la pression de service maximale (8,0/8,5/9,0 bar). Les résultats peuvent varier à des pressions différentes.

les compresseurs à vis

Eau chaude

Modèle	à la pression de service maxi bar	Puissance nominale moteur kW	Puissance calorifique maximale disponible		Débit d'eau chaude Chauffage à 70 °C		Installation du système PTG int./ext.	Potentiel d'économie fioul			Potentiel d'économie gaz naturel				
			kW	MJ/h ¹	(ΔT 25 K) m³/h	(ΔT 55 K) m³/h		Fioul l	CO ₂ kg	Économie coûts de chauffage €/an	Gaz naturel m³	CO ₂ kg	Économie coûts de chauffage €/an		
SM 10	8	5,5	4,5	16	0,16	0,07	externe	1 014	2 765	1 521	840	1 680	1 260		
SM 13		7,5	6,2	22	0,21	0,10		1 397	3 810		2 096	1 158		2 316	1 737
SM 16		9	7,6	27	0,29	0,13		1 713	4 671		2 570	1 419		2 838	2 129
SK 22	8	11	9,4	34	0,32	0,15	externe	2 118	5 776	3 177	1 755	3 510	2 633		
SK 25		15	12,0	43	0,41	0,19		2 704	7 374		4 056	2 241		4 482	3 362
ASK 28	8	15	13,6	49	0,47	0,21	interne	3 065	8 358	4 598	2 540	5 080	3 810		
ASK 34		18,5	16,9	61	0,58	0,26		3 808	10 384		5 712	3 156		6 312	4 734
ASK 40		22	19,8	71	0,68	0,31		4 462	12 168		6 693	3 697		7 394	5 546
ASD 35	8,5	18,5	15,2	55	0,52	0,24	interne	6 851	18 683	10 277	5 677	11 354	8 516		
ASD 40		22	18,1	65	0,62	0,28		8 158	22 247		12 237	6 760		13 520	10 140
ASD 50		25	21,6	78	0,74	0,34		9 735	26 547		14 603	8 067		16 134	12 101
ASD 60		30	26,6	96	0,92	0,42		11 989	32 694		17 984	9 935		19 870	14 903
BSD 65	8,5	30	27,1	98	0,93	0,42	interne	12 214	33 308	18 321	10 121	20 242	15 182		
BSD 75		37	33,5	121	1,15	0,52		15 099	41 175		22 649	12 512		25 024	18 768
BSD 83		45	40,1	144	1,38	0,63		18 073	49 285		27 110	14 977		29 954	22 466
CSD 90	8,5	45	39,9	144	1,37	0,62	interne	17 983	49 040	26 975	14 902	29 804	22 353		
CSD 110		55	48,8	172	1,65	0,75		21 544	58 750		32 316	17 852		35 704	26 778
CSD 130		75	57,8	211	1,99	0,91		26 051	71 041		39 077	21 587		43 174	32 381
CSDX 145	8,5	75	66	238	2,30	1,03	interne	29 747	81 120	44 621	24 650	49 300	36 975		
CSDX 175		90	79	284	2,70	1,24		36 606	97 098		53 409	29 505		59 010	44 258
DSD 145	9	75	61	220	2,10	0,96	interne	27 493	74 973	41 240	22 782	45 564	34 173		
DSD 175	8,5	90	71	256	2,40	1,11		32 000	87 264		48 000	26 517		53 034	39 776
DSD 205	8,5	110	88	317	3,00	1,38		39 662	108 158		59 493	32 866		65 732	49 299
DSD 240	8,5	132	107	385	3,70	1,68		48 226	131 512		72 339	39 963		79 926	59 945
DSDX 245	8,5	132	105	378	3,60	1,64	interne	47 324	129 053	70 986	39 216	78 432	58 824		
DSDX 305		160	129	464	4,40	2,04		58 142	158 553		87 213	48 179		96 358	72 269
ESD 375	8,5	200	162	583	5,60	2,54	interne	73 015	199 112	109 523	60 504	121 008	90 756		
ESD 445		250	187	673	6,40	2,93		84 283	229 840		126 425	69 841		139 682	104 762
FSD 475	8,5	250	202	727	7,00	3,16	interne	91 043	248 274	136 565	75 444	150 888	113 166		
FSD 575		315	246	886	8,50	3,85		110 874	302 353		166 311	91 877		183 754	137 816
HSD 662	8,5	360	291	1048	10,00	4,56	interne	131 156	357 662	196 734	108 683	217 366	163 025		
HSD 722		400	323	1163	11,10	5,06		145 579	396 994		218 369	120 635		241 270	180 953
HSD 782		450	348	1253	12,00	5,45		156 847	427 722		235 271	129 972		259 944	194 958
HSD 842		500	374	1346	12,90	5,86		168 565	459 677		252 848	139 683		279 366	209 525

¹ 1 MJ/h = 1 kW x 3,6

Économies calculées pour un compresseur ASD 50

Fioul		Gaz naturel	
Puissance calorifique maximale disponible :	21,6 kW	Puissance calorifique maximale disponible :	21,6 kW
Pouvoir calorifique du litre de fioul :	9,861 kWh/l	Pouvoir calorifique du m³ de gaz naturel :	10,2 kWh/m³
Rendement du chauffage au fioul :	90 %	Rendement du chauffage au gaz naturel :	105 %
Prix moyen du litre de fioul :			

Systemes de récupération de calories pour...

les surpresseurs à pistons rotatifs



Air chaud

Le refroidisseur final ACA (Air Cooled Aftercooler) est un échangeur de chaleur air/air à courants croisés. L'air process chaud se refroidit en cédant sa chaleur à l'air ambiant. Ce système nécessite simplement une alimentation électrique pour le ventilateur. L'air process qui entre par exemple à +150  C dans le refroidisseur peut être refroidi à +30  C, pour une température ambiante de 20  C. L'ACA est particulièrement appréciable dans le transport pneumatique de matières en vrac sensibles à la chaleur. Mais il peut aussi permettre de chauffer un atelier en hiver. La chaleur contenue dans l'air évacué par l'ACA représente jusqu'à 75% de la puissance électrique du surpresseur à pistons rotatifs. Sa perte de charge est limitée à 35 mbar pour une efficacité optimale du refroidissement et par conséquent un gain énergétique maximal. Un thermostat intégré surveille la température de sortie de l'air process et active un contact sec grâce à un point de déclenchement réglable.



Exemples d'utilisations

- Refroidissement de l'air process des surpresseurs à pistons rotatifs, par exemple dans le transport de matières en vrac
- Chauffage d'ateliers



Fig. : DC 236 C avec un refroidisseur final ACA

Eau chaude

Le refroidisseur final WRN est un échangeur de chaleur à faisceau tubulaire. L'air process circule dans des tubes de refroidissement qui sont refroidis extérieurement par de l'eau. L'eau utilisée comme fluide de refroidissement fait office de caloporteur. Ce type d'échangeur de chaleur est conçu spécifiquement pour chaque projet afin que l'écart de température de l'air ou l'augmentation de température de l'eau réponde précisément aux exigences du process. Les tubes de refroidissement peuvent avoir différentes géométries pour assurer un transfert thermique maximal et minimiser la perte de charge qui s'accompagne d'une augmentation de la consommation électrique des surpresseurs à pistons rotatifs. Plusieurs matériaux sont disponibles pour les tubes de refroidissement, en fonction de la qualité de l'eau. L'enveloppe du refroidisseur est  maill e. La température de retour d'eau est au maximum d'environ 5 K au-dessous de la température de l'air process à l'entrée de l'échangeur de chaleur.



Exemples d'utilisations

- Intégration dans des circuits de chauffage pour augmenter la température de retour
- Intégration dans des circuits de pompes à chaleur
- Chauffage par le sol
- Séchage des boues des stations d'épuration



Fig. : FBS 660 S SFC avec un échangeur de chaleur à faisceau tubulaire



Caractéristiques techniques des systèmes de récupération de calories pour...

Air chaud

Modèle	Débit d'air process maxi	Perte de charge maxi	Débit maxi du ventilateur ¹	Intensité du ventilateur (400V)	Puissance du ventilateur ¹	Poids total	Dimensions l x P x H	Diamètre nominal de raccordement
	Nm³/min	mbar	m³/h	A	W	kg	mm	DN
ACA 53	5	15	1700	0,24	110	58	980 x 650 x 610	50
ACA 88	7	25	1700	0,24	110	58	980 x 650 x 610	65
ACA 130	12	25	3100	0,43	210	97	980 x 650 x 610	80
ACA 165	14	30	3100	0,43	210	97	980 x 650 x 610	100
ACA 235	22	30	6200	0,43 (2x)	210	193	1900 x 850 x 1200	100
ACA 350	30	35	6200	0,43 (2x)	210	199	1900 x 850 x 1280	150

¹ à la surpression maximale

les surpresseurs à pistons rotatifs

Eau chaude

Modèle	Diamètre nominal de raccordement	Débit d'air soufflé maxi	Débit d'eau chaude maxi	Dimensions des raccords		Dimensions		Poids
	DN	Nm³/min	m³/h	Air	Eau	Ø enveloppe	Longueur ¹	kg
WRN 50 lisse	125	15	1	DN 125, PN 16	1 ¼	168	1410	71
WRN 90 lisse	200	30	1,5	DN 200, PN 16	1 ¼	245	1430	145
WRN 130 lisse	250	42	2	DN 250, PN 10	1 ½	273	1441	225
WRN 170 lisse	300	57	2,5	DN 300, PN 10	2	324	1441	280
WRN 250 lisse	350	75	3	DN 350, PN 10	DN 65, PN 16	375	1641	400
WRN 350 lisse	450	108	3,5	DN 450, PN 10	DN 80, PN 16	450	1649	590
WRN 450 lisse	500	145	4,5	DN 500, PN 10	DN 100, PN 16	519	1655	690

¹) avec contre-bride à souder (comprise dans la fourniture)

Exemple de calcul des économies réalisées par un ACA 350 utilisé pour chauffer un atelier

Surpresseur à pistons rotatifs (37 kW)		ACA 350	
Débit :	30 m³/min	Dissipation de chaleur :	25 kW
Pression différentielle :	600 mbar	Réchauffage de l'air :	2200 m³/h de 0 à +35 °C
Température d'entrée :	0 °C	Perte de charge de l'air process :	35 mbar = 2,2 kW
Température de sortie :	+52 °C		
Économie environ 16 900 € par an *			

* même calcul que pour les compresseurs à vis pour le chauffage au fioul

Exemple de calcul des économies réalisées par un WRN 170 utilisé pour un complément de chauffage

Surpresseur à pistons rotatifs (37 kW)		WRN 170	
Débit :	30 m³/min	Dissipation de chaleur :	14 kW
Pression différentielle :	600 mbar	Réchauffage de l'eau :	600 l/h d'eau de +25 à +45 °C
Température d'entrée :	0 °C	Perte de charge de l'air process :	20 mbar (env. 1,2 kW supplémentaire pour le surpresseur à pistons rotatifs) = 2 kW
Température de sortie :	+52 °C		
Économie environ 9 460 € par an *			

* même calcul que pour les compresseurs à vis pour le chauffage au fioul

Plus d'air comprimé avec encore moins d'énergie

Une présence globale

KAESER, l'un des plus grands fabricants de compresseurs, de surpresseurs et de systèmes d'air comprimé, est présent partout dans le monde.

Grâce à ses filiales et à ses partenaires répartis dans plus de 140 pays, les utilisateurs d'air comprimé en haute et basse pression sont assurés de disposer d'équipements de pointe fiables et efficaces.

Ses ingénieurs-conseils et techniciens expérimentés apportent leur conseil et proposent des solutions personnalisées à haut rendement énergétique pour tous les champs d'application de l'air comprimé en haute et basse pression. Le réseau informatique mondial du groupe international KAESER permet à tous les clients du monde d'accéder au savoir-faire professionnel du fournisseur de systèmes.

Le réseau mondial de distribution et de service assure une efficacité optimale et une disponibilité maximale de tous les produits et services KAESER.



KAESER COMPRESSEURS SRL

Heiveldekens 7A – B-2550 Kontich – Tél: +32 (0)4 222.95.41
info.belgium@kaeser.com – www.kaeser.com