



Systemes de récupération de calories

pour le chauffage et la production d'eau chaude

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.

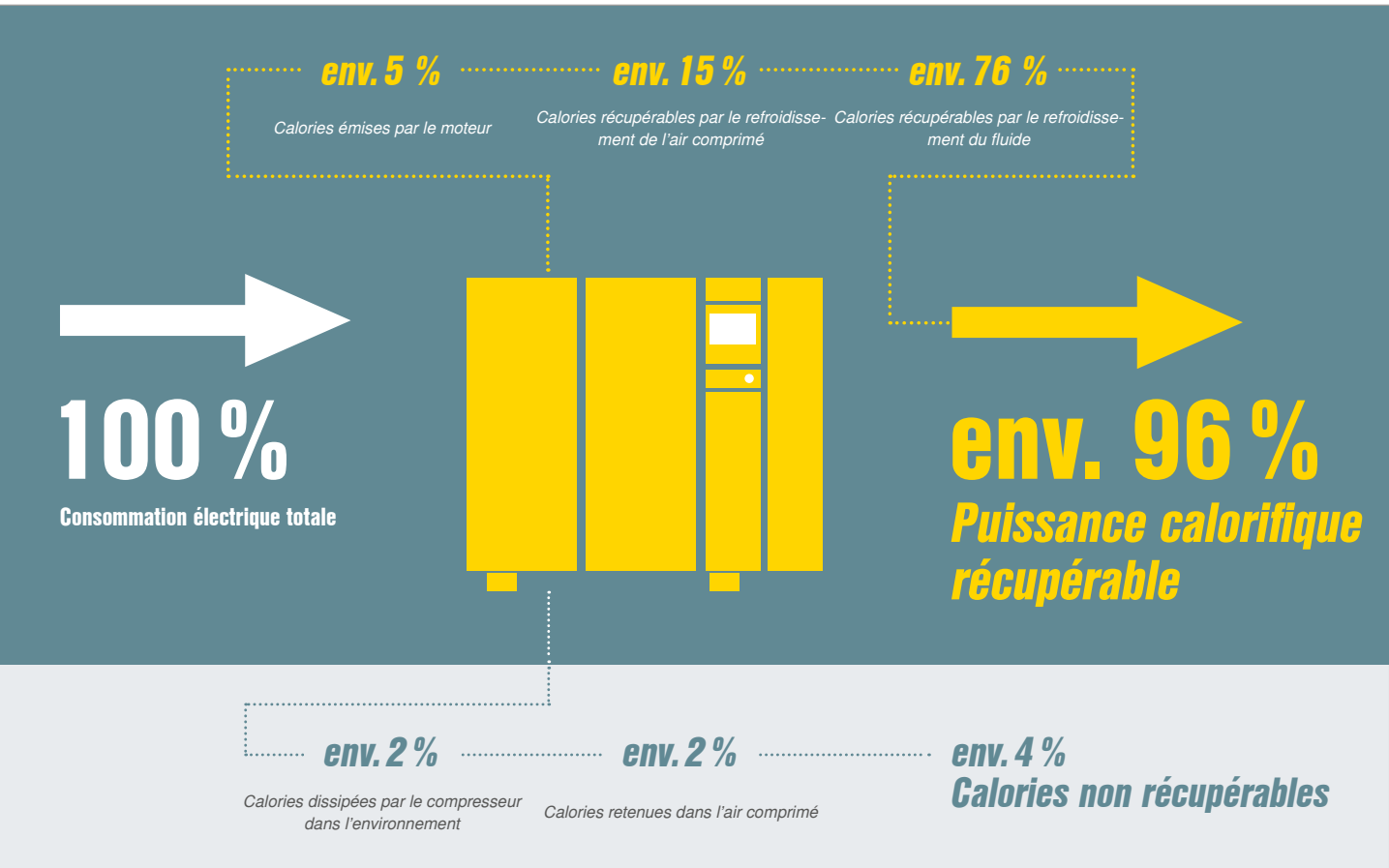
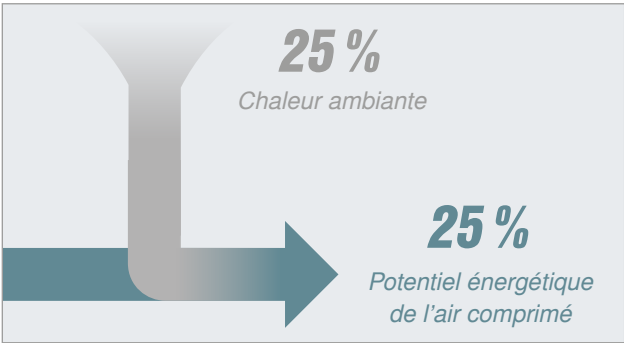
Or, jusqu'à 96% de cette énergie est récupérable, par exemple pour le chauffage. Cela permet de réduire la consommation d'énergie primaire et d'améliorer considérablement le bilan énergétique global.

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.

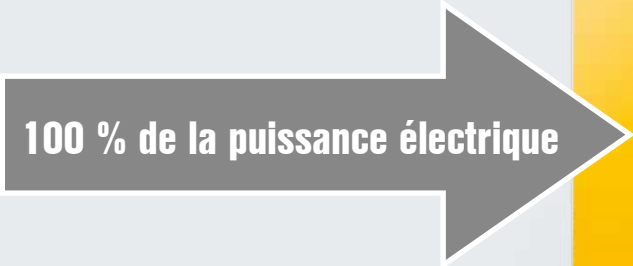


Réduire les coûts et préserver l'environnement

Économie

Chauffage au gaz
756 € à 209 525 €/an

Chauffage au fioul
912 € à 252 848 €/an



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

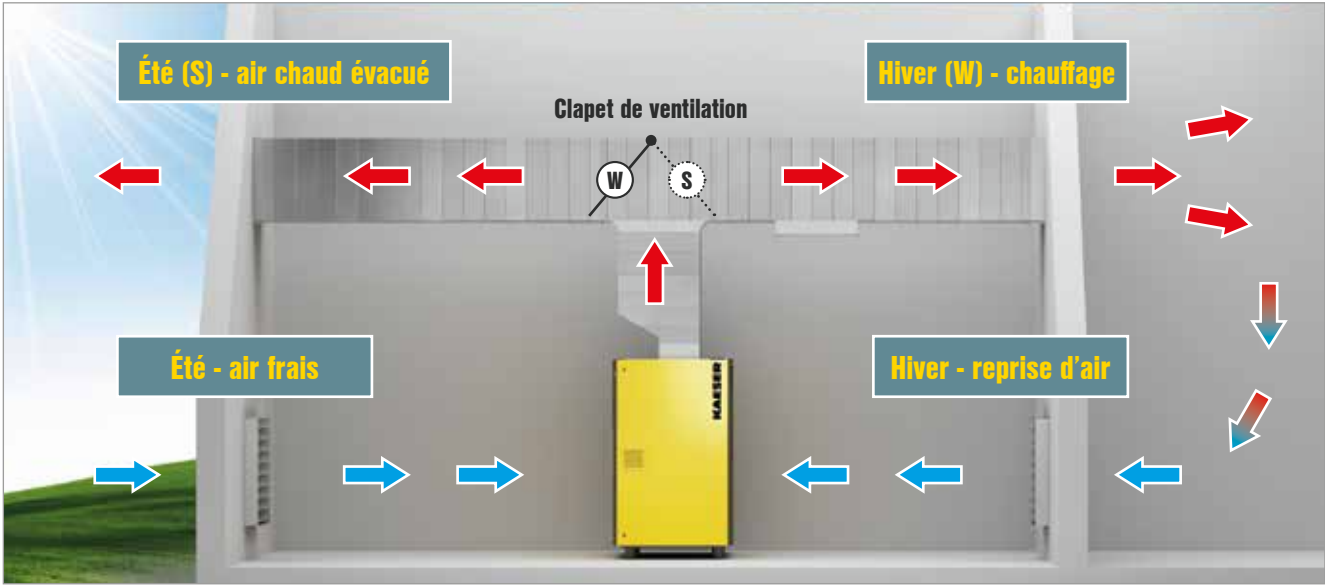
Les compresseurs à vis, les boosters et les surpresseurs modernes se prêtent très bien à la récupération de calories.

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.

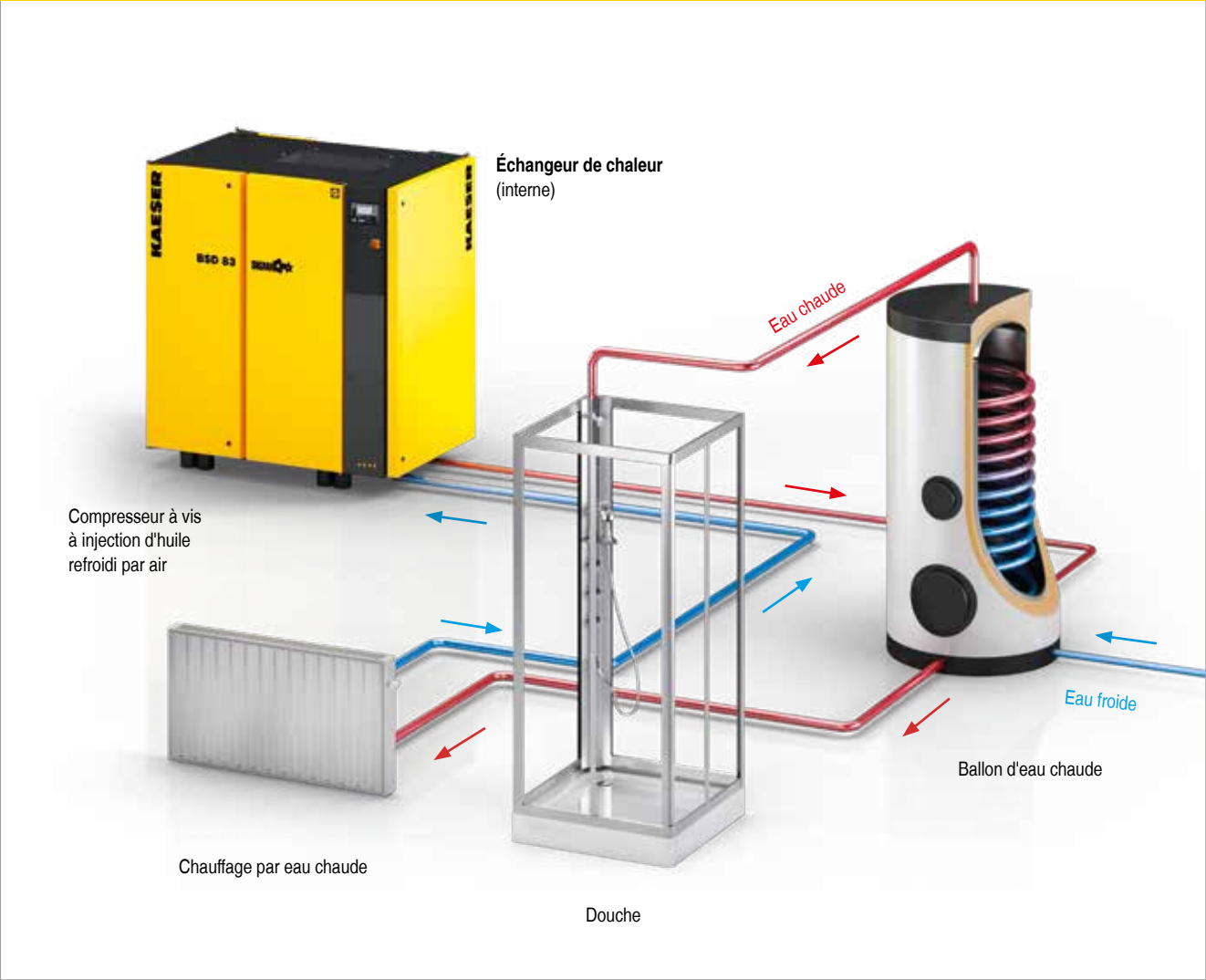
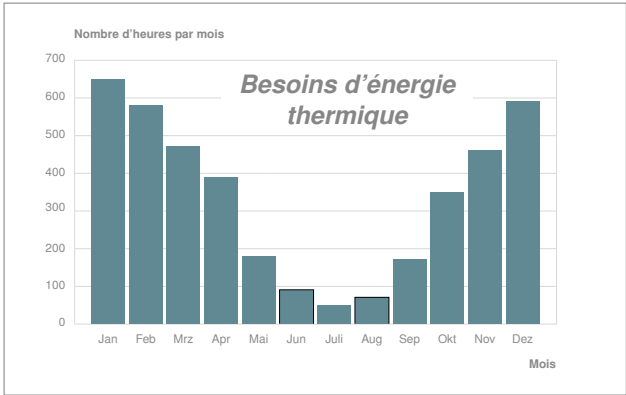


Fig. : Schéma de la récupération de calories ; utilisation pour l'eau potable possible uniquement avec un échangeur de chaleur de sécurité (SWT).



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 maxi- male disponible		Débit d'air chaud récupé- rable m³/h	Chauffage d'air de refroidisse- ment 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 SX 4 SX 6 SX 8	8	2,2 3 4 5,5	2,7 3,4 4,4 6,0	10 12 16 22	1000 1000 1000 1300	8 10 13 14	608 766 992 1 352	1 658 2 089 2 705 3 687	Potentiel d'économie pour 2 000 h/an 912 1 149 1 488 2 028	504 635 822 1 120	1 008 1 270 1 644 2 240	Potentiel d'économie pour 2 000 h/an 756 953 1 233 1 680
SM 10 SM 13 SM 16		5,5 7,5 9	6,8 9,1 11,1	25 33 40	2100	10 13 16	1 532 2 051 2 501	4 178 5 593 6 820		1 270 1 699 2 073	2 540 3 398 4 146	
SK 22 SK 25		11 15	13,2 16,5	48 59	2500 3000	16 17	2 975 3 718	8 113 10 139		2 465 3 081	4 930 6 162	
ASK 28 ASK 34 ASK 40		15 18,5 22	18,4 22,8 26,8	66 82 96	4000 4000 5000	14 17 16	4 147 5 138 6 040	11 309 14 011 16 471		3 436 4 258 5 005	6 872 8 516 10 010	
ASD 35 ASD 40 ASD 50 ASD 60	8,5	18,5 22 25 30	19,9 23,5 28,0 34,6	72 85 101 125	3800 3800 4500 5400	16 19 19 19	8 969 10 592 12 620 15 595	24 458 28 884 34 415 42 528	Potentiel d'économie pour 2 000 h/an 13 454 15 888 18 930 23 393	7 432 8 777 10 458 12 923	14 864 17 554 20 916 25 846	Potentiel d'économie pour 2 000 h/an 11 148 13 166 15 687 19 385
BSD 65 BSD 75 BSD 83		30 37 45	35,2 43,4 52,0	127 156 187	6500 8000 8000	16 16 20	15 865 19 561 23 437	43 264 53 343 63 913		13 147 16 209 19 421	26 294 32 418 38 842	
CSD 90 CSD 110 CSD 130		45 55 75	51 61 74	184 220 266	8000 9500 11000	19 19 20	22 986 27 493 33 352	62 683 74 973 90 951		19 048 22 782 27 638	38 096 45 564 55 276	
CSDX 145 CSDX 175		75 90	84 101	302 364	11000 13000	23 23	37 860 45 522	103 244 124 138		31 373 37 722	62 746 75 444	
DSD 145 DSD 175 DSD 205 DSD 240	9 8,5 8,5 8,5	75 90 110 132	82 96 120 145	295 346 432 522	11000 13000 17000 20000	22 22 21 22	36 958 43 268 54 085 65 353	100 784 117 992 147 490 178 218	Potentiel d'économie pour 4 000 h/an 55 437 64 902 81 128 98 030	30 626 35 854 44 818 54 155	61 252 71 708 89 636 108 310	Potentiel d'économie pour 4 000 h/an 45 939 53 781 67 227 81 233
DSDX 245 DSDX 305	8,5	132 160	143 174	515 626	21000	20 25	64 451 78 423	175 758 213 860		53 408 64 986	106 816 129 972	
ESD 375 ESD 445	8,5	200 250	221 254	796 914	30000 34000	22 22	99 607 114 480	271 628 312 187		82 540 94 865	165 080 189 730	
FSD 475 FSD 575	8,5	250 315	274 333	986 1199	40000	21 25	123 494 150 086	336 768 409 285		102 334 124 370	204 668 248 740	
HSD 662 HSD 722 HSD 782 HSD 842	8,5	360 400 450 500	21 24 25 28	76 86 90 101	10000	6 7 7 8	9 465 10 817 11 268 12 620	25 811 29 498 30 728 34 415	Potentiel d'économie pour 4 000 h/an 14 198 16 226 16 902 18 930	7 843 8 964 9 337 10 458	15 686 17 928 18 674 20 916	Potentiel d'économie pour 4 000 h/an 11765 13 446 14 006 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 calo- rifique 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 SM 13 SM 16	8	5,5 7,5 9	4,5 6,2 7,6	16 22 27	0,16 0,21 0,29	0,07 0,10 0,13	externe	1 014 1 397 1 713	2 765 3 810 4 671	Potentiel d'économie pour 2 000 h/an 1 521 2 096 2 570	840 1 158 1 419	1 680 2 316 2 838	Potentiel d'économie pour 2 000 h/an 1 260 1 737 2 129
SK 22 SK 25		11 15	9,4 12,0	34 43	0,32 0,41	0,15 0,19		2 118 2 704	5 776 7 374		1 755 2 241	3 510 4 482	
ASK 28 ASK 34 ASK 40		15 18,5 22	13,6 16,9 19,8	49 61 71	0,47 0,58 0,68	0,21 0,26 0,31		3 065 3 808 4 462	8 358 10 384 12 168		2 540 3 156 3 697	5 080 6 312 7 394	
ASD 35 ASD 40 ASD 50 ASD 60	8,5	18,5 22 25 30	15,2 18,1 21,6 26,6	55 65 78 96	0,52 0,62 0,74 0,92	0,24 0,28 0,34 0,42	interne	6 851 8 158 9 735 11 989	18 683 22 247 26 547 32 694	Potentiel d'économie pour 2 000 h/an 10 277 12 237 14 603 17 984	5 677 6 760 8 067 9 935	11 354 13 520 16 134 19 870	Potentiel d'économie pour 2 000 h/an 8 516 10 140 12 101 14 903
BSD 65 BSD 75 BSD 83		30 37 45	27,1 33,5 40,1	98 121 144	0,93 1,15 1,38	0,42 0,52 0,63		12 214 15 099 18 073	33 308 41 175 49 285		10 121 12 512 14 977	20 242 25 024 29 954	
CSD 90 CSD 110 CSD 130		45 55 75	39,9 48,8 57,8	144 172 211	1,37 1,65 1,99	0,62 0,75 0,91		17 983 21 544 26 051	49 040 58 750 71 041		14 902 17 852 21 587	29 804 35 704 43 174	
CSDX 145 CSDX 175		75 90	66 79	238 284	2,30 2,70	1,03 1,24		29 747 36 606	81 120 97 098	Potentiel d'économie pour 4 000 h/an 26 975 32 316 39 077	24 650 29 505	49 300 59 010	Potentiel d'économie pour 4 000 h/an 22 353 26 778 32 381
DSD 145 DSD 175 DSD 205 DSD 240	9 8,5 8,5 8,5	75 90 110 132	61 71 88 107	220 256 317 385	2,10 2,40 3,00 3,70	0,96 1,11 1,38 1,68	interne	27 493 32 000 39 662 48 226	74 973 87 264 108 158 131 512		22 782 26 517 32 866 39 963	45 564 53 034 65 732 79 926	
DSDX 245 DSDX 305	8,5	132 160	105 129	378 464	3,60 4,40	1,64 2,04		47 324 58 142	129 053 158 553		39 216 48 179	78 432 96 358	
ESD 375 ESD 445	8,5	200 250	162 187	583 673	5,60 6,40	2,54 2,93		73 015 84 283	199 112 229 840		60 504 69 841	121 008 139 682	
FSD 475 FSD 575	8,5	250 315	202 246	727 886	7,00 8,50	3,16 3,85	interne	91 043 110 874	248 274 302 353		75 444 91 877	150 888 183 754	
HSD 662 HSD 722 HSD 782 HSD 842	8,5	360 400 450 500	291 323 348 374	1048 1163 1253 1346	10,00 11,10 12,00 12,90	4,56 5,06 5,45 5,86		131 156 145 579 156 847 168 565	357 662 396 994 427 722 459 677		108 683 120 635 129 972 139 683	241 366 217 270 259 944 279 366	

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 : 1,50 €/l	Prix du m³ de gaz naturel : 1,50 €/m³
Économie : $\frac{21,6 \text{ kW} \times 4\,000 \text{ h/a}}{0,9 \times 9,861 \text{ kWh/l}} \times 1,50 \text{ €/l} = \mathbf{14\,603 \text{ € par an}}$	Économie : $\frac{21,6 \text{ kW} \times 4\,000 \text{ h/a}}{1,05 \times 10,2 \text{ kWh/m}^3} \times 1,50 \text{ €/m}^3 = \mathbf{12\,101 \text{ € par an}}$

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 de 8 / 8,5 / 9 bar. Les résultats peuvent varier à des pressions différentes.

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
				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 KOMPRESSOREN AG

Grossäckerstrasse 15 – CH-8105 Regensdorf

Telefon 044-871 63 63 – Fax 044-871 63 90 – E-Mail: info.swiss@kaeser.com – www.kaeser.com