

**Annexe n ° 9.1 : Caractéristiques thermodynamiques du R404A
(Institut International du Froid)**

**Properties at saturation for R404A
Propriétés à saturation du R404A**

Pressure Pression	Température		Specific volume		Specific enthalpy		Specific entropy		Specific heat capacity at constant pressure		Viscosity		Thermal conductivity		Surface tension Tension superficielle
	Température		Volume massique		Enthalpie massique		Entropie massique		Capacité thermique massique à pression constante		Viscosité dynamique		Conductivité thermique		
	MPa	°C		dm ³ /kg		kJ/kg		kJ/(kg K)		kJ/(kg K)		10 ⁻⁶ (Pa s)		W/(m K)	
Bubble Bulle		Dew Rosée	Liquid Liquide	Vapour Vapeur	Liquid Liquide	Vapour Vapeur	Liquid Liquide	Vapour Vapeur	Liquid Liquide	Vapour Vapeur	Liquid Liquide	Vapour Vapeur	Liquid Liquide	Vapour Vapeur	
0,080	-51,38	-50,57	0,7560	227,817	133,459	336,589	0,7324	1,6472	1,2214	0,7573	352,54	8,90	0,1011	0,0087	0,0132
0,085	-50,17	-49,36	0,7581	215,208	134,945	337,323	0,7391	1,6455	1,2241	0,7615	346,30	8,95	0,1005	0,0087	0,0131
0,090	-49,01	-48,21	0,7601	203,953	136,367	338,023	0,7454	1,6440	1,2268	0,7655	340,49	9,00	0,1000	0,0088	0,0129
0,095	-47,90	-47,11	0,7620	193,844	137,731	338,692	0,7515	1,6426	1,2294	0,7694	335,05	9,05	0,0994	0,0089	0,0128
0,10	-46,84	-46,05	0,7639	184,712	139,042	339,332	0,7573	1,6412	1,2319	0,7732	329,95	9,09	0,0989	0,0090	0,0127
0,12	-42,96	-42,20	0,7709	155,557	143,845	341,657	0,7783	1,6366	1,2413	0,7872	312,25	9,25	0,0970	0,0093	0,0123
0,14	-39,56	-38,82	0,7773	134,480	148,087	343,682	0,7965	1,6329	1,2499	0,7999	297,76	9,39	0,0954	0,0095	0,0120
0,16	-36,52	-35,80	0,7831	118,507	151,905	345,479	0,8127	1,6298	1,2578	0,8116	285,56	9,52	0,0940	0,0097	0,0117
0,18	-33,76	-33,05	0,7885	105,971	155,391	347,098	0,8272	1,6272	1,2652	0,8226	275,05	9,64	0,0927	0,0100	0,0114
0,20	-31,23	-30,54	0,7936	95,860	158,606	348,573	0,8405	1,6249	1,2722	0,8329	265,84	9,74	0,0916	0,0102	0,0111
0,22	-28,89	-28,21	0,7984	87,526	161,599	349,928	0,8528	1,6230	1,2789	0,8427	257,65	9,84	0,0905	0,0103	0,0108
0,24	-26,71	-26,04	0,8030	80,535	164,403	351,182	0,8641	1,6213	1,2853	0,8521	250,30	9,94	0,0895	0,0105	0,0106
0,26	-24,66	-24,00	0,8074	74,584	167,046	352,350	0,8748	1,6197	1,2914	0,8611	243,64	10,03	0,0886	0,0107	0,0104
0,28	-22,73	-22,08	0,8116	69,453	169,549	353,442	0,8847	1,6183	1,2974	0,8698	237,55	10,11	0,0877	0,0108	0,0101
0,30	-20,90	-20,26	0,8157	64,983	171,929	354,470	0,8941	1,6171	1,3032	0,8782	231,94	10,19	0,0869	0,0110	0,0099
0,32	-19,17	-18,54	0,8196	61,053	174,202	355,439	0,9030	1,6159	1,3088	0,8863	226,76	10,27	0,0861	0,0111	0,0097
0,34	-17,51	-16,89	0,8234	57,569	176,377	356,356	0,9115	1,6149	1,3144	0,8942	221,94	10,34	0,0854	0,0113	0,0095
0,36	-15,93	-15,31	0,8271	54,458	178,467	357,226	0,9196	1,6139	1,3198	0,9020	217,44	10,41	0,0847	0,0114	0,0094
0,38	-14,41	-13,80	0,8308	51,663	180,477	358,054	0,9273	1,6130	1,3250	0,9096	213,22	10,48	0,0840	0,0116	0,0092
0,40	-12,95	-12,35	0,8343	49,138	182,417	358,844	0,9347	1,6122	1,3303	0,9170	209,25	10,55	0,0834	0,0117	0,0090
0,42	-11,55	-10,96	0,8378	46,845	184,291	359,599	0,9419	1,6114	1,3354	0,9243	205,50	10,61	0,0828	0,0118	0,0089
0,44	-10,20	-9,61	0,8412	44,753	186,106	360,322	0,9487	1,6107	1,3404	0,9315	201,94	10,67	0,0822	0,0119	0,0087
0,46	-8,89	-8,31	0,8445	42,836	187,866	361,015	0,9553	1,6100	1,3454	0,9386	198,58	10,73	0,0816	0,0121	0,0085
0,48	-7,62	-7,05	0,8478	41,074	189,575	361,680	0,9617	1,6093	1,3504	0,9455	195,37	10,79	0,0811	0,0122	0,0084
0,50	-6,39	-5,83	0,8510	39,447	191,238	362,320	0,9679	1,6087	1,3553	0,9524	192,31	10,85	0,0806	0,0123	0,0083
0,52	-5,20	-4,64	0,8542	37,940	192,856	362,936	0,9739	1,6081	1,3601	0,9592	189,39	10,90	0,0800	0,0124	0,0081
0,54	-4,05	-3,49	0,8574	36,542	194,434	363,529	0,9797	1,6075	1,3650	0,9660	186,59	10,96	0,0796	0,0125	0,0080
0,56	-2,92	-2,37	0,8604	35,239	195,973	364,102	0,9854	1,6070	1,3698	0,9727	183,91	11,01	0,0791	0,0126	0,0078
0,58	-1,83	-1,28	0,8635	34,023	197,477	364,655	0,9908	1,6065	1,3745	0,9793	181,34	11,07	0,0786	0,0128	0,0077
0,60	-0,76	-0,22	0,8665	32,885	198,947	365,190	0,9962	1,6060	1,3792	0,9859	178,86	11,12	0,0781	0,0129	0,0076
0,62	0,28	0,82	0,8695	31,818	200,386	365,707	1,0014	1,6055	1,3840	0,9925	176,47	11,17	0,0777	0,0130	0,0075
0,64	1,29	1,83	0,8725	30,815	201,794	366,207	1,0065	1,6051	1,3887	0,9990	174,17	11,22	0,0773	0,0131	0,0074
0,66	2,29	2,81	0,8754	29,870	203,175	366,692	1,0114	1,6046	1,3934	1,0055	171,95	11,27	0,0769	0,0132	0,0072
0,68	3,26	3,78	0,8783	28,979	204,528	367,162	1,0163	1,6042	1,3980	1,0119	169,81	11,32	0,0764	0,0133	0,0071
0,70	4,20	4,72	0,8812	28,137	205,857	367,618	1,0210	1,6038	1,4027	1,0183	167,73	11,36	0,0760	0,0134	0,0070
0,72	5,13	5,65	0,8840	27,340	207,161	368,060	1,0256	1,6034	1,4074	1,0248	165,71	11,41	0,0757	0,0135	0,0069

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Toutes académies		Option Génie frigorifique	
Session : 2004		Durée : 4 heures		Coefficient : 4	
Référence : FECEISI		Etude des installations		Page : 17 / 36	

Annexe n° 9.2 : Caractéristiques thermodynamiques du R404A
(Institut International du Froid)

Properties at saturation for R404A
Propriétés à saturation du R404A

Pressure <i>Pression</i>	Temperature <i>Température</i>		Specific volume <i>Volume massique</i>		Specific enthalpy <i>Enthalpie massique</i>		Specific entropy <i>Entropie massique</i>		Specific heat capacity at constant pressure <i>Capacité thermique massique à pression constante</i>		Viscosity <i>Viscosité dynamique</i>		Thermal conductivity <i>Conductivité thermique</i>		Surface tension <i>Tension superficielle</i>	
	MPa	°C		dm ³ /kg		kJ/kg		kJ/(kg K)		kJ/(kg K)		10 ⁻⁵ (Pa s)		W/(m K)		
		Bubble <i>Bulle</i>	Dew <i>Rosée</i>	Liquid <i>Liquide</i>	Vapour <i>Vapeur</i>	Liquid <i>Liquide</i>	Vapour <i>Vapeur</i>	Liquid <i>Liquide</i>	Vapour <i>Vapeur</i>	Liquid <i>Liquide</i>	Vapour <i>Vapeur</i>	Liquid <i>Liquide</i>	Vapour <i>Vapeur</i>	Liquid <i>Liquide</i>		Vapour <i>Vapeur</i>
0,74	6,04	6,55	0,8869	26,585	208,443	368,489	1,0302	1,6030	1,4120	1,0312	163,76	11,46	0,0753	0,0136	0,0068	
0,76	6,93	7,44	0,8897	25,867	209,702	368,906	1,0346	1,6026	1,4167	1,0376	161,87	11,50	0,0749	0,0137	0,0067	
0,78	7,81	8,31	0,8925	25,185	210,941	369,311	1,0390	1,6022	1,4214	1,0439	160,03	11,55	0,0745	0,0138	0,0066	
0,80	8,66	9,16	0,8953	24,536	212,160	369,705	1,0432	1,6019	1,4260	1,0503	158,24	11,60	0,0742	0,0139	0,0065	
0,82	9,50	10,00	0,8980	23,917	213,360	370,088	1,0474	1,6015	1,4307	1,0567	156,50	11,64	0,0738	0,0140	0,0064	
0,84	10,33	10,82	0,9008	23,327	214,542	370,460	1,0515	1,6011	1,4354	1,0631	154,81	11,69	0,0735	0,0141	0,0063	
0,86	11,14	11,63	0,9035	22,762	215,707	370,823	1,0556	1,6008	1,4401	1,0695	153,16	11,73	0,0731	0,0142	0,0062	
0,88	11,94	12,42	0,9062	22,223	216,855	371,175	1,0595	1,6005	1,4448	1,0759	151,55	11,77	0,0728	0,0143	0,0061	
0,90	12,72	13,20	0,9090	21,706	217,987	371,518	1,0634	1,6001	1,4495	1,0824	149,98	11,82	0,0725	0,0144	0,0060	
0,92	13,49	13,97	0,9117	21,211	219,104	371,852	1,0673	1,5998	1,4543	1,0888	148,45	11,86	0,0721	0,0145	0,0059	
0,94	14,25	14,73	0,9144	20,736	220,206	372,178	1,0711	1,5995	1,4590	1,0953	146,95	11,90	0,0718	0,0146	0,0058	
0,96	15,00	15,47	0,9170	20,281	221,294	372,495	1,0748	1,5991	1,4638	1,1017	145,49	11,95	0,0715	0,0147	0,0057	
0,98	15,74	16,20	0,9197	19,843	222,368	372,803	1,0784	1,5988	1,4686	1,1082	144,06	11,99	0,0712	0,0148	0,0056	
1,00	16,46	16,92	0,9224	19,421	223,429	373,104	1,0820	1,5985	1,4734	1,1148	142,66	12,03	0,0709	0,0149	0,0056	
1,05	18,22	18,68	0,9291	18,436	226,027	373,823	1,0908	1,5977	1,4856	1,1313	139,29	12,13	0,0702	0,0152	0,0053	
1,10	19,93	20,37	0,9357	17,536	228,553	374,496	1,0993	1,5969	1,4980	1,1480	136,08	12,24	0,0695	0,0154	0,0051	
1,15	21,57	22,01	0,9423	16,711	231,012	375,128	1,1075	1,5962	1,5105	1,1650	133,03	12,34	0,0688	0,0157	0,0050	
1,20	23,17	23,60	0,9489	15,951	233,411	375,720	1,1155	1,5954	1,5233	1,1823	130,12	12,44	0,0681	0,0159	0,0048	
1,25	24,71	25,13	0,9555	15,250	235,752	376,274	1,1232	1,5947	1,5364	1,1999	127,32	12,54	0,0675	0,0162	0,0046	
1,30	26,21	26,63	0,9621	14,600	238,042	376,793	1,1307	1,5939	1,5497	1,2180	124,64	12,64	0,0668	0,0164	0,0044	
1,35	27,66	28,07	0,9688	13,996	240,283	377,278	1,1380	1,5931	1,5634	1,2365	122,07	12,74	0,0662	0,0167	0,0042	
1,40	29,08	29,48	0,9754	13,433	242,478	377,731	1,1451	1,5924	1,5774	1,2555	119,59	12,84	0,0656	0,0169	0,0041	
1,45	30,46	30,86	0,9821	12,906	244,632	378,153	1,1521	1,5916	1,5918	1,2750	117,20	12,94	0,0651	0,0172	0,0039	
1,50	31,80	32,19	0,9889	12,413	246,747	378,546	1,1589	1,5908	1,6066	1,2952	114,88	13,04	0,0645	0,0175	0,0038	
1,55	33,12	33,50	0,9956	11,950	248,825	378,909	1,1655	1,5900	1,6218	1,3159	112,65	13,14	0,0639	0,0178	0,0036	
1,60	34,39	34,77	1,0025	11,514	250,869	379,244	1,1720	1,5892	1,6376	1,3374	110,48	13,24	0,0634	0,0181	0,0035	
1,65	35,64	36,02	1,0094	11,103	252,881	379,553	1,1784	1,5884	1,6538	1,3597	108,38	13,35	0,0629	0,0184	0,0033	
1,70	36,87	37,23	1,0163	10,715	254,862	379,834	1,1846	1,5875	1,6706	1,3828	106,33	13,45	0,0624	0,0187	0,0032	
1,75	38,06	38,42	1,0234	10,347	256,816	380,090	1,1907	1,5866	1,6880	1,4069	104,34	13,55	0,0619	0,0190	0,0031	
1,80	39,23	39,58	1,0305	9,998	258,744	380,320	1,1967	1,5857	1,7061	1,4319	102,41	13,66	0,0614	0,0193	0,0029	
1,85	40,38	40,72	1,0377	9,667	260,647	380,526	1,2027	1,5848	1,7250	1,4581	100,52	13,76	0,0609	0,0196	0,0028	
1,90	41,50	41,84	1,0450	9,351	262,527	380,706	1,2085	1,5839	1,7446	1,4854	98,68	13,87	0,0604	0,0199	0,0027	
1,95	42,60	42,93	1,0524	9,051	264,386	380,862	1,2142	1,5829	1,7651	1,5141	96,88	13,98	0,0599	0,0203	0,0026	
2,00	43,67	44,01	1,0599	8,764	266,225	380,994	1,2199	1,5819	1,7865	1,5441	95,11	14,09	0,0595	0,0207	0,0024	
2,05	44,73	45,06	1,0676	8,490	268,045	381,101	1,2254	1,5809	1,8090	1,5758	93,39	14,20	0,0590	0,0210	0,0023	
2,10	45,77	46,09	1,0753	8,228	269,846	381,183	1,2309	1,5799	1,8326	1,6092	91,70	14,31	0,0586	0,0214	0,0022	

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Toutes académies		Option Génie frigorifique	
Session : 2004		Durée : 4 heures		Coefficient : 4	
Référence : FECEIIST		Etude des installations		Page : 18 / 36	

Annexe n ° 9.3 : Caractéristiques thermodynamiques du R404A
(Institut International du Froid)

Propriétés at saturation for R404A
Propriétés à saturation du R404A

Pressure Pression	Temperature Température		Specific volume Volume massique		Specific enthalpy Enthalpie massique		Specific entropy Entropie massique		Specific heat capacity at constant pressure à pression constante Capacité thermique massique		Viscosity Viscosité dynamique		Thermal conductivity Conductivité thermique		Surface tension Tension superficielle
	°C		dm ³ /kg		kJ/kg		kJ/(kg K)		kJ/(kg K)		10 ⁻⁴ (Pa s)		W/(m K)		
	Bubble Bulle	Dew Rosée	Liquid Liquide	Vapour Vapeur	Liquid Liquide	Vapour Vapeur	Liquid Liquide	Vapour Vapeur	Liquid Liquide	Vapour Vapeur	Liquid Liquide	Vapour Vapeur	Liquid Liquide	Vapour Vapeur	
2,15	46,79	47,10	1,0832	7,977	271,635	381,242	1,2363	1,5788	1,8574	1,6444	90,04	14,43	0,0581	0,0218	0,0021
2,20	47,79	48,10	1,0913	7,736	273,407	381,276	1,2417	1,5777	1,8837	1,6818	88,41	14,55	0,0577	0,0222	0,0020
2,25	48,78	49,08	1,0996	7,504	275,165	381,284	1,2470	1,5765	1,9114	1,7214	86,81	14,67	0,0573	0,0226	0,0019
2,30	49,74	50,04	1,1080	7,281	276,912	381,268	1,2523	1,5753	1,9408	1,7637	85,23	14,79	0,0569	0,0230	0,0018
2,35	50,70	50,99	1,1166	7,066	278,647	381,226	1,2575	1,5741	1,9721	1,8087	83,68	14,92	0,0564	0,0235	0,0017
2,40	51,63	51,92	1,1254	6,859	280,373	381,158	1,2626	1,5728	2,0055	1,8569	82,15	15,05	0,0560	0,0240	0,0016
2,45	52,55	52,83	1,1344	6,659	282,090	381,064	1,2677	1,5715	2,0412	1,9087	80,64	15,18	0,0557	0,0245	0,0015
2,50	53,46	53,73	1,1437	6,466	283,800	380,942	1,2728	1,5701	2,0795	1,9645	79,15	15,32	0,0553	0,0250	0,0014
2,55	54,35	54,62	1,1532	6,278	285,504	380,791	1,2778	1,5687	2,1208	2,0248	77,67	15,46	0,0549	0,0255	0,0013
2,60	55,23	55,49	1,1631	6,097	287,204	380,611	1,2828	1,5672	2,1655	2,0901	76,21	15,61	0,0545	0,0261	0,0013
2,65	56,09	56,35	1,1732	5,921	288,900	380,401	1,2878	1,5656	2,2140	2,1613	74,76	15,76	0,0541	0,0268	0,0012
2,70	56,94	57,20	1,1837	5,750	290,595	380,158	1,2928	1,5640	2,2670	2,2391	73,32	15,91	0,0538	0,0272	0,0011
2,75	57,78	58,03	1,1945	5,583	292,290	379,882	1,2977	1,5623	2,3250	2,3247	71,89	16,08	0,0534	0,0279	0,0010
2,80	58,61	58,85	1,2058	5,421	293,987	379,571	1,3026	1,5605	2,3890	2,4192	70,47	16,25	0,0531	0,0288	0,0010
2,85	59,43	59,66	1,2175	5,262	295,689	379,222	1,3076	1,5587	2,4601	2,5241	69,05	16,42	0,0528	0,0293	0,0009
2,90	60,23	60,46	1,2297	5,108	297,396	378,832	1,3125	1,5567	2,5394	2,6414	67,63	16,61	0,0525	0,0300	0,0008

Properties calculated using reference [1] - Propriétés calculées à partir de la référence [1]
 IIR reference: for saturated liquid at 0°C, h = 200,0 kJ/kg and s = 1,00 kJ/(kg K)
 Référence IIF : pour le liquide saturé à 0°C, h = 200,0 kJ/kg et s = 1,00 kJ/(kg K)

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Session : 2004		Durée : 4 heures	
Référence : FECETSI		Etude des installations	
Toutes académies		Coefficient : 4	
Page : 19 / 36			

Annexe n° 9.4 : Caractéristiques thermodynamiques du R404A
(Institut International du Froid)

		Superheated vapour properties for R404A Propriétés de la vapeur surchauffée du R404A												
		Isobaric superheat (At in °C) - Surchauffe isobare (Δt en °C)												
t* : °C	p : MPa	Saturated vapour Vapeur saturée	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
		v = dm ³ /kg h = kJ/kg s = kJ/(kg K)												
-40	0,1327	v = 141,423	145,132	148,793	152,412	155,995	163,069	170,042	176,935	183,764	190,539	197,270	203,965	210,629
		h = 342,976	346,962	350,970	355,003	359,064	367,277	375,625	384,116	392,757	401,553	410,507	419,620	428,894
-35	0,1656	s = 1,6341	1,6510	1,6677	1,6841	1,7003	1,7321	1,7633	1,7938	1,8238	1,8533	1,8823	1,9110	1,9392
		v = 114,688	117,728	120,723	123,679	126,602	132,362	138,029	143,620	149,152	154,634	160,075	165,482	170,860
-30	0,2045	h = 345,951	350,031	354,129	358,247	362,389	370,757	379,248	387,875	396,645	405,564	414,635	423,862	433,245
		s = 1,6290	1,6460	1,6626	1,6791	1,6953	1,7271	1,7582	1,7886	1,8186	1,8480	1,8769	1,9055	1,9337
-25	0,2500	v = 93,850	96,373	98,854	101,299	103,713	108,459	113,119	117,708	122,241	126,728	131,177	135,594	139,843
		h = 348,887	353,066	357,257	361,464	365,692	374,219	382,800	391,626	400,528	409,572	418,763	428,105	437,290
-20	0,3030	s = 1,6245	1,6415	1,6582	1,6747	1,6909	1,7227	1,7538	1,7842	1,8140	1,8434	1,8723	1,9007	1,9279
		v = 77,431	79,551	81,631	83,676	85,692	89,649	93,523	97,332	101,087	104,800	108,476	112,122	115,743
-15	0,3641	h = 351,778	356,062	360,351	364,651	368,967	377,660	386,454	395,364	404,401	413,573	422,887	432,346	441,952
		s = 1,6205	1,6376	1,6543	1,6708	1,6871	1,7189	1,7500	1,7804	1,8102	1,8395	1,8683	1,8967	1,9247
-10	0,4341	v = 64,363	66,163	67,926	69,657	71,359	74,692	77,947	81,141	84,284	87,387	90,456	93,399	96,512
		h = 354,618	359,011	363,403	367,801	372,209	381,075	390,028	399,085	408,261	417,565	427,004	436,271	446,304
-5	0,5139	s = 1,6169	1,6341	1,6509	1,6675	1,6838	1,7157	1,7467	1,7771	1,8069	1,8361	1,8649	1,8923	1,9211
		v = 53,861	55,408	56,919	58,398	59,850	62,686	65,449	68,153	70,809	73,427	76,013	78,572	81,108
0	0,6042	h = 357,399	361,909	366,409	370,909	375,414	384,459	393,576	402,786	412,105	421,544	431,110	440,811	450,649
		s = 1,6137	1,6310	1,6480	1,6646	1,6809	1,7129	1,7440	1,7744	1,8041	1,8333	1,8621	1,8903	1,9182
5	0,7060	v = 45,348	46,691	47,998	49,275	50,526	52,964	55,330	57,640	59,906	62,134	64,262	66,505	68,656
		h = 360,112	364,746	369,362	373,970	378,576	387,808	397,096	406,463	415,929	425,506	434,889	445,028	454,986
10	0,8200	s = 1,6109	1,6283	1,6454	1,6621	1,6785	1,7105	1,7417	1,7721	1,8018	1,8310	1,8588	1,8879	1,9157
		v = 38,389	39,566	40,709	41,823	42,910	45,023	47,068	49,060	51,008	52,921	54,805	56,665	58,504
15	1,0200	h = 362,749	367,516	372,255	376,976	381,689	391,117	400,582	410,112	419,729	429,448	439,280	449,233	459,312
		s = 1,6083	1,6259	1,6431	1,6599	1,6764	1,7086	1,7398	1,7702	1,8000	1,8292	1,8578	1,8860	1,9138
20	1,2600	v = 32,655	33,698	34,706	35,686	36,640	38,489	40,271	42,001	43,690	45,293	46,973	48,578	50,162
		h = 365,299	370,210	375,079	379,922	384,747	394,381	404,030	413,730	423,503	433,049	443,337	453,420	463,624
25	1,6100	s = 1,6059	1,6237	1,6411	1,6580	1,6746	1,7069	1,7383	1,7687	1,7985	1,8268	1,8553	1,8845	1,9122
		v = 27,895	28,828	29,726	30,596	31,441	33,071	34,637	36,152	37,628	39,071	40,487	41,881	43,257
30	2,0100	h = 367,750	372,817	377,828	382,799	387,745	397,595	407,437	417,312	427,247	437,262	447,372	457,589	467,919
		s = 1,6037	1,6217	1,6393	1,6564	1,6731	1,7056	1,7370	1,7676	1,7974	1,8266	1,8552	1,8833	1,9110
35	2,4100	v = 23,916	24,759	25,567	26,345	27,100	28,549	29,935	31,272	32,529	33,837	35,078	36,298	37,500
		h = 370,088	375,326	380,490	385,601	390,673	400,752	410,797	420,854	430,630	441,126	451,382	461,735	472,195
40	2,8100	s = 1,6015	1,6198	1,6376	1,6549	1,6718	1,7045	1,7360	1,7667	1,7956	1,8258	1,8544	1,8825	1,9102
		v = 19,015	19,759	20,476	21,165	21,827	23,159	24,479	25,787	27,083	28,367	29,639	30,890	32,121

* : Dew temperature - Température de rosée

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Session : 2004		Durée : 4 heures	
Référence : FECEISTI		Etude des installations	
Toutes académies		Coefficient : 4	
		Page : 20 / 36	

Annexe n ° 9.5 : Caractéristiques thermodynamiques du R404A
(Institut International du Froid)

Superheated vapour properties for R404A
Propriétés de la vapeur surchauffée du R404A

v : dm³/kg
t° : °C
h : kJ/kg
p : MPa
s : kJ/(kg K)

	Saturated vapour Vapeur saturée	Isobaric superheat (Δt in °C) - Surchauffe isobare (Δt en °C)											
		5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
t° = 15	v = 20,567 h = 372,295 s = 1,5993	21,336	22,069	22,773	23,452	24,750	25,986	27,173	28,324	29,443	30,538	31,613	32,669
p = 0,9474		377,723	383,055	388,316	393,526	403,848	414,105	424,353	434,628	444,959	455,363	465,857	476,450
		1,6180	1,6361	1,6536	1,6706	1,7036	1,7353	1,7661	1,7960	1,8253	1,8539	1,8820	1,9097
	17,729	18,439	19,110	19,751	20,367	21,539	22,648	23,667	24,736	25,732	26,704	27,656	28,591
	374,349	379,993	385,511	390,936	396,294	406,876	417,357	427,467	438,259	448,755	459,313	469,951	480,680
1,0889	1,5971	1,6162	1,6346	1,6523	1,6696	1,7028	1,7348	1,7647	1,7957	1,8250	1,8537	1,8818	1,9095
	15,309	15,971	16,592	17,181	17,744	18,609	19,812	20,769	21,689	22,580	23,447	24,295	25,127
	376,226	382,116	387,842	393,449	398,968	409,828	420,546	431,202	441,845	452,512	463,229	474,015	484,884
1,2456	1,5947	1,6143	1,6331	1,6511	1,6686	1,7022	1,7344	1,7654	1,7956	1,8250	1,8537	1,8818	1,9095
	13,232	13,857	14,437	14,983	15,502	16,477	17,361	18,255	19,085	19,887	20,666	21,425	22,169
	377,891	384,069	390,033	395,842	401,537	412,698	423,317	434,543	445,382	456,227	467,108	478,047	489,059
1,4186	1,5921	1,6123	1,6315	1,6499	1,6677	1,7017	1,7331	1,7654	1,7956	1,8251	1,8539	1,8821	1,9097
	11,438	12,035	12,582	13,093	13,575	14,474	15,309	16,098	16,850	17,575	18,278	18,962	19,630
	379,301	385,824	392,061	398,098	403,990	415,477	426,717	437,823	448,866	459,896	470,947	482,042	493,201
1,6091	1,5890	1,6100	1,6298	1,6486	1,6667	1,7012	1,7340	1,7654	1,7958	1,8254	1,8542	1,8825	1,9101
	9,875	10,455	10,978	11,460	11,911	12,719	13,514	14,236	14,922	15,581	16,218	16,837	17,440
	380,397	387,345	393,904	400,202	406,312	417,781	429,685	441,035	452,294	463,516	474,742	486,000	497,310
1,8182	1,5854	1,6074	1,6279	1,6472	1,6657	1,6996	1,7339	1,7655	1,7961	1,8258	1,8547	1,8830	1,9107
	8,505	9,078	9,583	10,042	10,467	11,247	11,958	12,623	13,252	13,853	14,433	14,995	15,542
	381,094	388,585	395,533	402,131	408,489	420,727	432,566	444,176	455,660	467,083	478,491	489,916	501,381
2,0473	1,5810	1,6043	1,6257	1,6456	1,6646	1,7002	1,7338	1,7657	1,7965	1,8263	1,8554	1,8837	1,9114
	7,290	7,870	8,364	8,805	9,186	9,942	10,605	11,219	11,797	12,348	12,878	13,391	13,889
	381,268	389,485	396,911	403,864	410,084	423,177	435,352	447,239	458,959	470,592	482,189	493,787	505,413
2,2979	1,5754	1,6006	1,6231	1,6438	1,6620	1,6997	1,7337	1,7660	1,7970	1,8269	1,8561	1,8845	1,9123
	6,198	6,802	7,294	7,697	8,110	8,802	9,421	9,991	10,525	11,033	11,519	11,988	12,443
	380,715	389,965	397,996	404,912	412,337	425,496	438,035	450,216	462,187	474,038	485,832	497,609	509,400
2,5718	1,5680	1,5960	1,6199	1,6402	1,6617	1,6990	1,7335	1,7662	1,7974	1,8276	1,8568	1,8853	1,9132
	5,196	5,853	6,321	6,770	7,144	7,801	8,382	8,913	9,408	9,876	10,323	10,754	11,171
	379,059	389,913	398,200	406,623	413,964	427,668	440,603	453,099	465,334	477,415	489,413	501,376	513,338
2,8713	1,5579	1,5902	1,6145	1,6389	1,6599	1,6981	1,7333	1,7663	1,7979	1,8282	1,8576	1,8862	1,9141

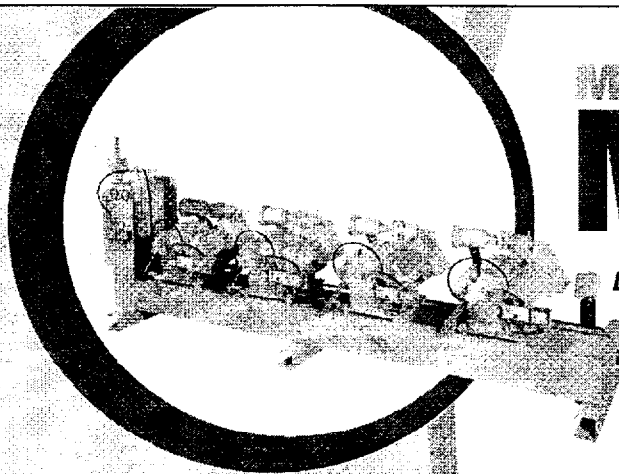
* : Dew temperature - Température de rosée

Properties calculated using reference [1] - Propriétés calculées à partir de la référence [1]

IIR reference: for saturated liquid at 0°C, h = 200,0 kJ/kg and s = 1,00 kJ/(kg K)

Référence IIF : pour le liquide saturé à 0°C, h = 200,0 kJ/kg et s = 1,00 kJ/(kg K)

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies		Coefficient : 4	
Session : 2004	Durée : 4 heures	Etude des installations	
Référence : FECEISTI		Page : 21 / 36	



MODULOPACK MOPSH

La gamme **MODULOPACK PSH**,
déclinée en 2 à 5 compresseurs
couvre une plage de puissance
de 25 à 400 kW en applications
positives et de 9 à 120 kW en
applications négatives.

Options

PACK RACCORDEMENT

- PR1** Vannes raccordement client
(1 refoulement, 1 aspiration, 1 liquide).
PR2 Vannes raccordement client
(1 refoulement, 2 aspiration, 2 liquide).
PR3 Vannes raccordement client
(1 refoulement, 3 aspiration, 3 liquide).

PACK SECURITE

- BPS** Pressostat BP de sécurité.
HB1 Pressostat combiné HP/BP (automatique).
HB2 Pressostat combiné HP/BP
(BP automatique / HP à réarmement manuel).
HB3 Régulation avec pressostat BP et HP supplémentaires
(automatique).
HPG Pressostat HP générale (automatique).

PACK REGULATION

- BP1** Pressostat BP (automatique).
HPS Pressostats HP supplémentaires.
GDP Capteurs de pression HP/BP signal 4-20 mA.

OPTIONS

- TXL** Régulation d'huile Traxoil.
BD1 By-pass déshydrateur liquide simple (1 boîtier filtre)
en fonctionnement.
BD2 By-pass déshydrateur liquide double
(2 boîtiers filtre en parallèle) en fonctionnement.
ALF Alarme de niveau réfrigérant à flotteur réglable en hauteur.
ALR Alarme de niveau réfrigérant optoélectronique.
PAV Plots antivibratiles (livrés non montés avec la centrale).
SSD Soupape de sécurité double avec vanne 3 voies
(pour réservoirs < 115 litres).
RLS Réservoir de liquide surdimensionné.
BDR Bac de récupération de condensats sous collecteurs
aspiration et refoulement.
VFA Vanne et filtre à l'aspiration sur chaque compresseur.
CAR Carrosserie (avec armoire électrique intégrée).
SIL Silencieux de refoulement (1 par compresseur).
ANM Anneaux de manutention centrale
(livrés non montés avec la centrale).
BAC Bouteille anti-coup de liquide.
EVH Electrovanne de retour d'huile.
CCB Câblage commande boîtier.
PACK ARMOIRE ELECTRIQUE
PAE Pack électrique : précablage complet de l'armoire électrique
(protection compresseur et ventilateurs condenseur).
PAU Pack automate : intégration d'un automate (PLC).

Descriptif

CHASSIS

- Monobloc acier tôle plâtrée épaisseur 4 mm profil U peint.

COMPRESSEURS

- Avec vannes ROTALOCK aspiration et refoulement + ventilateur de culasse en négatif, résistance de carter et pompe à huile.

COLLECTEURS

- Aspiration et refoulement tout inox 304 L.
- Une prise de pression schrader avec vanne isolement par collecteur (branche-ment mano pressostats etc. .)
- Colliers de fixation polypropylène à l'aspiration et polyamide haute tenue en température sur le refoulement.
- Un boîtier filtre général aspiration à cartouche démontable jusqu'à 220 kW de puissance frigorifique en positif et 65 kW en négatif. Un boîtier par compresseur au dessus.

SYSTEME D'HUILE

- Séparateur d'huile et réservoir avec un voyant large visée.
- Collecteur huile en acier inox avec liaisons flexible aux extrémités.
- Ligne de retour d'huile BP avec filtre, voyant et vanne d'isolement par compresseur.
- Régleurs de niveau à flotteur.
- Clapet de dégazage.

ORGANES DE CONTRÔLE

- Pressostat différentiel d'huile par compresseur.
- 1 pressostat BP général de sécurité
- 1 pressostat HP cartouche pré-régulé par compresseur.
- Liaison de chaque élément en tube flexible haute pression compound polyamide.
- 2 manomètres ø 80 mm.

STATION LIQUIDE

- Sur châssis indépendant.
- 2 vannes d'isolement entrée/sortie.
- Départ liquide équipé avec un boîtier filtre déshydrateur démontable jusqu'à 180 kW en positif et 50 kW en négatif (2 boîtiers en parallèle au dessus).
- Voyant et vanne isolement générale sur départ.
- Soupape de sécurité simple (double à partir de 115 l).

HK®
REFRIGERATION
www.hkrefrigeration.com



Conforme directive DESP 97/23/CE

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements		Option Génie frigorifique	
Toutes académies			
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4	
Référence : FECEISI	Etude des installations		Page : 22 / 36

Annexe n ° 10.2 : Document « HK-REFRIGERATION »

Centrales à compresseurs Pistons Semi Hermétiques



CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Modèles	Compresseurs		Puiss. frigo.*	Puis. abs.*	Int. abs.	Réservoir	Pack de raccordement en standard		
	Nbre	kW	-10°C/+45°C	-10°C/+45°C	max	L	Refolement	Aspiration	Liquide
MOPSH 25 / 2P	2	25.30	10.00	26.0	70	70	1"1/8	2"1/8	7/8"
MOPSH 34 / 2P	2	34.80	13.60	35.0	70	70	1"1/8	2"1/8	7/8"
MOPSH 38 / 3P	3	38.00	15.10	39.0	70	70	1"1/8	2"1/8	7/8"
MOPSH 41 / 2P	2	41.10	16.20	41.0	70	70	1"3/8	2"1/8	7/8"
MOPSH 52 / 3P	3	52.20	20.50	52.5	70	70	1"3/8	2"5/8	1"1/8
MOPSH 57 / 2P	2	54.80	22.70	58.0	70	70	1"3/8	2"5/8	1"1/8
MOPSH 60 / 2P	2	61.30	25.00	65.0	70	70	1"3/8	2"5/8	1"1/8
MOPSH 61 / 3P	3	61.70	24.30	61.5	115	115	1"3/8	2"5/8	1"1/8
MOPSH 73 / 2P	2	77.40	32.30	62.0	70	70	1"5/8	3"1/8	1"1/8
MOPSH 81 / 4P	4	82.20	32.40	82.0	115	115	1"5/8	2"5/8	1"3/8
MOPSH 86 / 3P	3	82.20	34.00	87.0	160	160	1"5/8	3"1/8	1"3/8
MOPSH 88 / 2P	2	89.70	40.40	74.0	115	115	1"5/8	3"1/8	1"3/8
MOPSH 91 / 3P	3	91.90	37.50	97.5	160	160	1"5/8	3"1/8	1"3/8
MOPSH 109 / 3P	3	116.10	48.40	93.0	160	160	1"5/8	3"1/8	1"3/8
MOPSH 115 / 4P	4	109.60	45.30	116.0	160	160	1"5/8	3"1/8	1"3/8
MOPSH 121 / 4P	4	122.50	50.00	130.0	160	160	2"1/8	2 x 2"5/8	2 x 1"1/8
MOPSH 132 / 3P	3	134.60	60.70	111.0	160	160	2"1/8	2 x 2"5/8	2 x 1"3/8
MOPSH 146 / 4P	4	154.80	64.50	124.0	250	250	2"1/8	2 x 2"5/8	2 x 1"3/8
MOPSH 160 / 3P	3	173.30	73.40	135.0	250	250	2"1/8	2 x 2"5/8	2 x 1"3/8
MOPSH 175 / 4P	4	179.40	80.90	148.0	250	250	2"5/8	2 x 2"5/8	2 x 1"3/8
MOPSH 186 / 3P	3	202.50	89.70	159.0	250	250	2"5/8	2 x 3"1/8	2 x 1"3/8
MOPSH 213 / 4P	4	231.10	97.90	180.0	250	250	3"1/8	2 x 3"1/8	2 x 1"5/8
MOPSH 234 / 3P	3	241.80	107.70	234.0	250	250	3"1/8	2 x 3"1/8	2 x 1"5/8
MOPSH 248 / 4P	4	270.00	119.60	212.0	250	250	3"1/8	3 x 3"1/8	3 x 1"3/8
MOPSH 310 / 5P	5	337.50	149.50	265.0	320	320	3"1/8	3 x 3"1/8	3 x 1"3/8
MOPSH 317 / 4P	4	322.40	143.60	312.0	320	320	3"1/8	3 x 3"1/8	3 x 1"3/8
MOPSH 397 / 5P	5	403.00	179.50	390.0	320	320	3"1/8	3 x 4"1/8	3 x 1"5/8

* Temp. d'évaporation / Temp. condensation - Surchauffe : 20K - Sous-refroidissement : 5K Pour une sélection précise des centrales HK Réfrigération, se reporter au logiciel "MODULOPACK"

PACKS & OPTIONS

Modèles	● pack, (○) option																								
	BPS	HB	HPE	BP1	HPS	CDP	TXL	BD	ALF	ALR	PAV	SSD	RLS	RLS	RLS	RLS	BDR	VFA	GAR	SIL	ANM	BAC	EVB	CCB	
MOPSH 25 / 2P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 34 / 2P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 38 / 3P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 41 / 2P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 52 / 3P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 57 / 2P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 60 / 2P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 61 / 3P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 73 / 2P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 81 / 4P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 86 / 3P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 88 / 2P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 91 / 3P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 109 / 3P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 115 / 4P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 121 / 4P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 132 / 3P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 146 / 4P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 160 / 3P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 175 / 4P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 186 / 3P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 213 / 4P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 234 / 3P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 248 / 4P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 310 / 5P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 317 / 4P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH 397 / 5P	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
MOPSH ...	●																								

Brevet de technicien supérieur Fluides Energies Environnements	Option Génie frigorifique	
Toutes académies		
Session : 2004	Durée : 4 heures	Coefficient : 4
Référence : FECEISI	Etude des installations	Page : 23 / 36