

CARACTERISTIQUES THERMODYNAMIQUES DU FORANE 12

Température t °C	Pression absolue pa bar	Pression effective pe bar	Volume massique		Masse volumique		Enthalpie		Chaleur vaporisation lv kJ/kg	Entropie	
			Liquide v' dm³/kg	Vapeur v'' m³/kg	Liquide p' kg/dm³	Vapeur p'' kg/m³	Liquide h' kJ/kg	Vapeur h'' kJ/kg		Liquide s' kJ/kg.K	Vapeur s'' kJ/kg.K
-100	0,006	- 1,007	0,633	21,9456	1,578	0,04557	86,49	335,60	249,11	0,4900	1,9287
- 90	0,017	- 0,996	0,644	8,88679	1,553	0,11253	96,15	341,58	245,43	0,5443	1,8843
- 80	0,039	- 0,974	0,654	4,00491	1,527	0,24969	106,16	347,71	241,55	0,5974	1,8480
- 70	0,083	- 0,930	0,666	1,97450	1,500	0,50646	116,53	353,94	237,41	0,6498	1,8184
- 65	0,117	- 0,895	0,672	1,42751	1,487	0,70052	121,86	357,08	235,22	0,6757	1,8057
- 60	0,163	- 0,850	0,678	1,05020	1,473	0,95220	127,29	360,23	232,95	0,7014	1,7943
- 55	0,223	- 0,790	0,685	0,78512	1,460	1,27370	132,81	363,40	230,58	0,7270	1,7840
- 50	0,299	- 0,714	0,691	0,59570	1,445	1,67869	138,44	366,56	228,12	0,7525	1,7748
- 45	0,396	- 0,617	0,698	0,45820	1,432	2,18243	144,14	369,72	225,56	0,7778	1,7665
- 40	0,516	- 0,497	0,705	0,35692	1,417	2,80175	149,99	372,87	222,88	0,8030	1,7590
- 35	0,665	- 0,347	0,712	0,28129	1,403	3,55510	155,91	376,01	220,10	0,8281	1,7523
- 30	0,847	- 0,166	0,720	0,22408	1,388	4,46264	161,92	379,13	217,20	0,8531	1,7464
- 27	0,974	- 0,039	0,725	0,19645	1,379	5,09023	165,58	380,99	215,41	0,8680	1,7431
- 26	1,020	+ 0,007	0,726	0,18817	1,377	5,31437	166,81	381,61	214,80	0,8729	1,7421
- 25	1,067	+ 0,054	0,728	0,18030	1,374	5,54631	168,04	382,22	214,19	0,8779	1,7410
- 20	1,330	+ 0,317	0,736	0,14641	1,358	6,82981	174,25	385,30	211,05	0,9026	1,7363
- 15	1,641	+ 0,628	0,744	0,11991	1,343	8,33928	180,55	388,33	207,79	0,9271	1,7321
- 10	2,007	+ 0,994	0,753	0,098986	1,327	10,1025	186,94	391,34	204,40	0,9516	1,7283
- 5	2,434	+ 1,421	0,762	0,082304	1,311	12,1500	193,43	394,30	200,88	0,9758	1,7250
0	2,928	+ 1,915	0,772	0,068893	1,295	14,5153	200,00	397,22	197,22	1,0000	1,7220
5	3,496	+ 2,483	0,782	0,058021	1,278	17,2350	206,67	400,09	193,42	1,0240	1,7194
10	4,145	+ 3,132	0,792	0,049141	1,261	20,3495	213,43	402,91	189,48	1,0479	1,7171
15	4,883	+ 3,703	0,803	0,041834	1,244	23,9041	220,28	405,66	185,38	1,0717	1,7151
20	5,716	+ 4,703	0,815	0,035779	1,226	27,9495	227,23	408,35	181,12	1,0954	1,7132
25	6,653	+ 5,540	0,828	0,030728	1,207	32,5432	234,28	410,96	176,68	1,1190	1,7116
30	7,701	+ 6,688	0,841	0,026489	1,188	37,7515	241,44	413,49	172,05	1,1425	1,7101
35	8,868	+ 7,855	0,856	0,022909	1,168	43,6516	248,72	415,92	167,21	1,1660	1,7086
40	10,164	+ 9,151	0,871	0,019867	1,147	50,3345	256,11	418,25	162,14	1,1894	1,7072
45	11,597	+ 10,583	0,888	0,017268	1,126	57,9093	263,64	420,45	156,81	1,2129	1,7058
50	13,176	+ 12,163	0,906	0,015036	1,103	66,5089	271,31	422,50	151,19	1,2364	1,7042
55	14,912	+ 13,899	0,926	0,013106	1,079	76,2986	279,15	424,38	145,23	1,2600	1,7025
60	16,813	+ 15,800	0,948	0,011430	1,054	87,4876	287,11	426,06	138,89	1,2839	1,7006
65	18,893	+ 17,880	0,974	0,009965	1,027	100,347	295,40	427,49	132,09	1,3076	1,6982
70	21,162	+ 20,149	1,002	0,008678	0,927	115,237	303,88	428,63	124,74	1,3318	1,6954
75	23,634	+ 22,621	1,036	0,007539	0,965	132,647	312,65	429,39	116,74	1,3565	1,6918
80	26,324	+ 25,311	1,076	0,006525	0,929	153,262	321,76	429,69	107,93	1,3816	1,6873
85	29,250	+ 28,237	1,127	0,005617	0,887	178,042	331,29	429,40	98,12	1,4075	1,6815
90	32,435	+ 31,422	1,194	0,004801	0,837	208,279	341,36	428,40	87,05	1,4344	1,6741

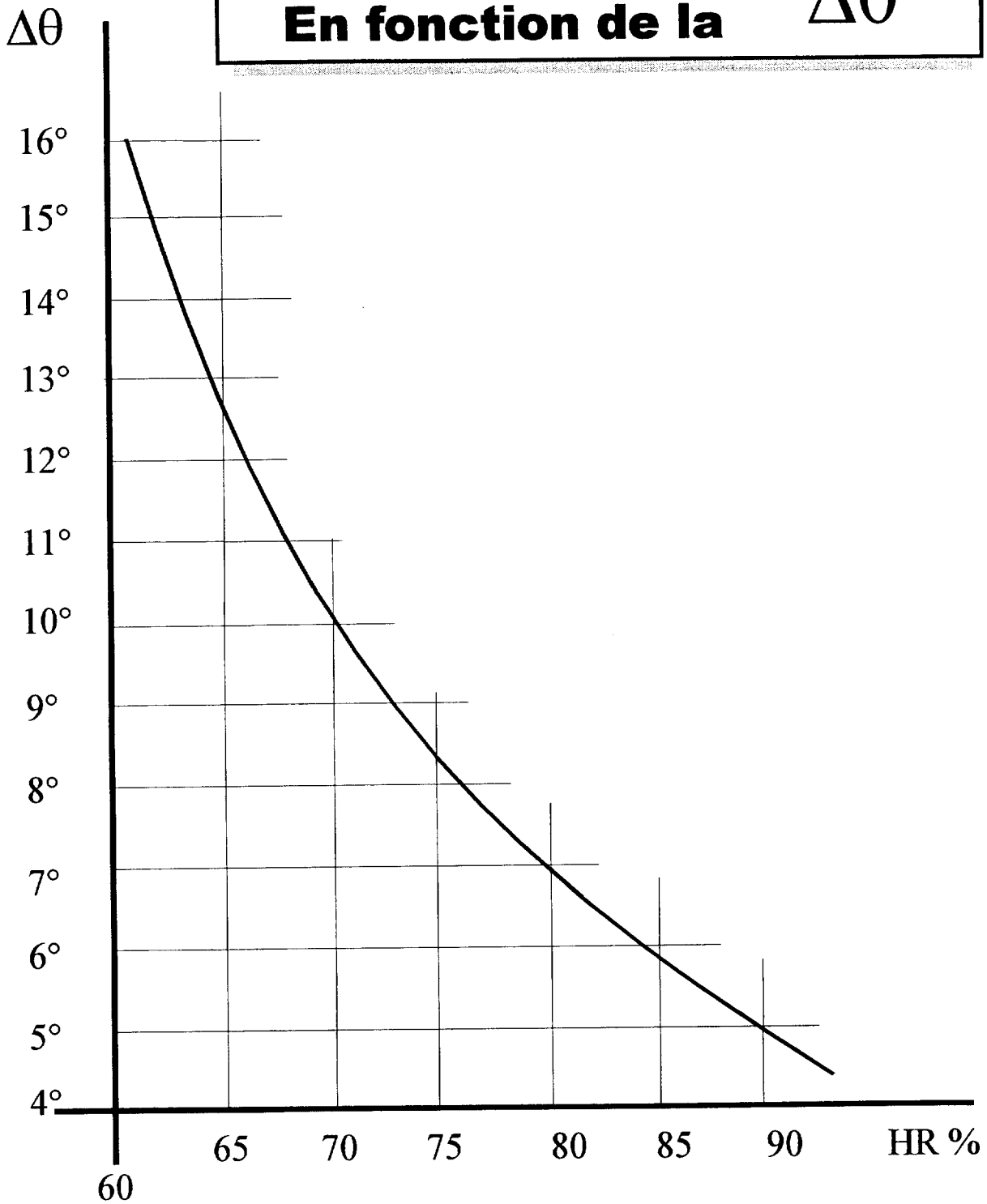
CARACTERISTIQUES THERMODYNAMIQUES DU FORANE 134a

VOLUME MASSIQUE (dm³/kg)

Tempér. à satur. C°	Pression à satur. bar	SURCHAUFFE (°C)														
		0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	
-100	0,01	21945	22582	23219	23855	24491	25127	25763	27034	28305	29575	30846	32116	33386	34655	
- 90	0,02	8886	9132	9376	9621	9866	10110	10354	10843	11331	11818	12306	12793	13281	13768	
- 80	0,04	4005	4111	4216	4321	4427	4532	4637	4847	5057	5266	5475	5684	5893	6102	
- 70	0,08	1975	2025	2075	2125	2175	2225	2274	2374	2473	2572	2671	2769	2868	2966	
- 65	0,12	1428	1463	1499	1535	1570	1605	1641	1711	1782	1852	1922	1992	2062	2132	
- 60	0,16	1050	1076	1102	1128	1153	1179	1205	1256	1307	1357	1408	1458	1509	1559	
- 55	0,22	785	804	824	843	862	881	899	937	975	1012	1049	1086	1123	1160	
- 50	0,30	596	610	625	639	653	668	682	710	738	766	794	822	849	877	
- 45	0,40	458	469	480	491	502	513	524	545	567	588	609	630	651	672	
- 40	0,52	357	366	374	383	391	399	408	424	441	457	474	490	506	522	
- 35	0,66	281	288	295	302	308	315	321	334	347	360	373	385	398	411	
- 30	0,85	224	230	235	240	246	251	256	266	277	287	297	307	317	327	
- 27	0,97	196	201	206	211	215	220	225	234	243	251	260	269	278	286	
- 26	1,02	188	193	197	202	206	211	215	224	232	241	249	257	266	274	
- 25	1,07	180	185	189	193	198	202	206	214	223	231	239	247	255	263	
- 20	1,33	146	150	154	157	161	164	167	174	181	187	194	200	207	213	
- 15	1,64	120	123	126	129	132	134	137	143	148	154	159	164	170	175	
- 10	2,01	99,0	102	104	106	109	111	114	118	123	127	132	136	140	145	
- 5	2,43	82,3	84,4	86,5	88,6	90,6	92,6	94,6	98,4	102	106	110	113	117	120	
0	2,93	68,9	70,7	72,5	74,3	76,0	77,7	79,3	82,6	85,8	88,9	92,0	95,1	98,1	101	
5	3,50	58,0	59,6	61,1	62,6	64,1	65,6	66,9	69,8	72,5	75,2	77,8	80,4	82,9	85,5	
10	4,14	49,1	50,5	51,9	53,2	54,4	55,7	56,9	59,3	61,7	63,9	66,2	68,4	70,6	72,8	
15	4,88	41,8	43,0	44,2	45,4	46,5	47,6	48,6	50,7	52,7	54,7	56,6	58,6	60,4	62,3	
20	5,72	35,8	36,9	37,9	38,9	39,9	40,8	41,8	43,6	45,4	47,1	48,8	50,4	52,0	53,7	
25	6,65	30,7	31,7	32,6	33,5	34,4	35,2	36,0	37,6	39,2	40,7	42,2	43,6	45,0	46,4	
30	7,70	26,5	27,4	28,2	29,0	29,8	30,5	31,3	32,7	34,1	35,4	36,7	37,9	39,2	40,4	
35	8,67	22,9	23,7	24,4	25,1	25,8	26,5	27,2	28,5	29,7	30,9	32,0	33,1	34,2	35,3	
40	10,16	19,9	20,6	21,3	21,9	22,6	23,2	23,8	24,9	26,0	27,1	28,1	29,1	30,0	31,0	
45	11,60	17,3	17,9	18,6	19,2	19,8	20,3	20,8	21,8	22,8	23,8	24,7	25,6	26,5	27,3	
50	13,18	15,0	15,7	16,2	16,8	17,3	17,8	18,3	19,3	20,2	21,0	21,8	22,6	23,4	24,2	
55	14,91	13,1	13,7	14,2	14,7	15,2	15,7	16,2	17,0	17,8	18,6	19,3	20,1	20,7	21,5	
60	16,81	11,4	12,0	12,5	13,0	13,5	13,8	14,3	15,1	15,8	16,5	17,2	17,9	18,5	19,1	
65	18,90	9,9	10,5	11,0	11,4	11,8	12,3	12,7	13,4	14,1	14,7	15,3	15,9	16,5	17,1	
70	21,16	8,68	9,21	9,68	10,1	10,5	10,9	11,3	11,9	12,6	13,1	13,7	14,3	14,8	15,3	
75	23,63	7,54	8,06	8,52	8,94	9,32	9,67	10,0	10,6	11,2	11,7	12,3	12,8	13,3	13,7	
80	26,32	6,53	7,05	7,50	7,90	8,26	8,60	8,92	9,50	10,1	10,6	11,0	11,5	11,9	12,4	
85	29,25	5,62	6,16	6,60	6,98	7,34	7,66	7,95	8,51	9,01	9,48	9,92	10,3	10,7	11,1	
90	32,43	4,80	5,36	5,80	6,18	6,51	6,82	7,10	7,62	8,09	8,53	8,94	9,34	9,71	10,1	

Courbe de l'Humidité
En fonction de la

$\Delta\theta$



Symboles et formules

τ	Taux de compression		$\tau = \frac{P_k \text{ abs}}{P_o \text{ abs}}$
η_v	Rendement volumétrique		
$Pk \text{ abs}$	Pression de refoulement	Bar absolu	
$Po \text{ abs}$	Pression d'aspiration	Bar absolu	
V_{bth}	Volume balayé théorique	m^3/s	
Φ_o	Puissance frigorifique à l'évaporateur	Watt	$\Phi_o = q_m \times \Delta h_o$
q_v	Débit volume de fluide à l'aspiration	m^3/s	$q_v = V_{bth} \times \eta_v$
q_m	Débit masse de fluide	kg/s	$q_m = \frac{q_v}{V''_1}$
Δh_o	Ecart d'enthalpie à l'évaporateur	kJ/kg	$\Delta h_o = h_5 - h_4$
h	Enthalpie	kJ/kg	
$\Delta \theta \text{ évaporateur}$	Ecart entre la température d'évaporation θ_o et la température à l'intérieur de la chambre froide		

Relais tripolaires de protection thermique

pour la protection des moteurs, réglables de 0,1 à 93 A
Compensés, à réarmement manuel ou automatique,
avec visualisation du déclenchement
Courant alternatif ou continu

Relais de protection thermique différentiels à associer à des fusibles (1)

Zone de réglage du relais	Fusibles à associer au relais choisi			Type	Pour montage sous contacteur LC1, LP1	Référence
	aM	gl	BS88			
A	A	A	A			

Classe 10 A

0,10...0,16	0,25	2	-	D09...D32	LR2-D1301
0,16...0,25	0,5	2	-	D09...D32	LR2-D1302
0,25...0,40	1	2	-	D09...D32	LR2-D1303
0,40...0,63	1	2	-	D09...D32	LR2-D1304
0,63...1	2	4	-	D09...D32	LR2-D1305
1...1,6	2	4	6	D09...D32	LR2-D1306
1,25...2	4	6	6	D09...D32	LR2-D13X6
1,6...2,5	4	6	10	D09...D32	LR2-D1307
2,5...4	6	10	16	D09...D32	LR2-D1308
4...6	8	16	16	D09...D32	LR2-D1310
5,5...8	12	20	20	D09...D32	LR2-D1312
7...10	12	20	20	D09...D32	LR2-D1314
9...13	16	25	25	D12...D32	LR2-D1316
12...18	20	35	32	D18...D32	LR2-D1321
17...25	25	50	50	D25 et D32	LR2-D1322
23...32	40	63	63	D25 et D32	LR2-D2353
28...36	40	80	80	D32	LR2-D2355
17...25	25	50	50	D40...D95	LR2-D3322
23...32	40	63	63	D40...D95	LR2-D3353
30...40	40	100	80	D40...D95	LR2-D3355
37...50	63	100	100	D50...D95	LR2-D3357
48...65	63	100	100	D50...D95	LR2-D3359
55...70	80	125	125	D65...D95	LR2-D3361
63...80	80	125	125	D80 et D95	LR2-D3363
80...93	100	160	160	D95	LR2-D3365

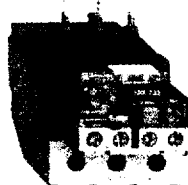
Classe 20

2,5...4	6	10	16	D09...D32	LR2-D1508
4...6	8	16	16	D09...D32	LR2-D1510
5,5...8	12	20	20	D09...D32	LR2-D1512
7...10	16	20	25	D09...D32	LR2-D1514
9...13	16	25	25	D12...D32	LR2-D1516
12...18	25	35	40	D18...D32	LR2-D1521
17...25	32	50	50	D25 et D32	LR2-D1522
23...32	40	63	63	D25 et D32	LR2-D2553
17...25	32	50	50	D40...D95	LR2-D3522
23...32	40	63	63	D40...D95	LR2-D3553
30...40	50	100	80	D40...D95	LR2-D3555
37...50	63	100	100	D50...D95	LR2-D3557
48...65	80	125	100	D50...D95	LR2-D3559
55...70	100	125	125	D65...D95	LR2-D3561
63...80	100	160	125	D80 et D95	LR2-D3563

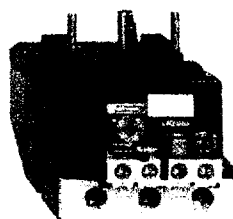
(1) La norme IEC 947-4 définit la durée du déclenchement à 7,2 fois le courant de réglage I_n :
classe 10 A : comprise entre 2 et 10 secondes.
classe 20 : comprise entre 6 et 20 secondes.



LR2-D13●●



LR2-D23●●



LR2-D33●●

PROCEDURE DE CONVERSION DE SYSTEMES EXISTANTS AVEC REMPLACEMENT DE COMPRESSEUR:

Cette procédure de conversion s'applique au cas d'une conversion d'un système frigorifique en bon état, qui utilisait un CFC (R12 ou R502), sur lequel le compresseur était défectueux, donc à remplacer.

D'où adaptation d'un compresseur utilisant un fluide définitif.

1. Prendre un soin particulier de ne laisser ni le compresseur ni le circuit ouverts à l'air libre plus de quelques minutes (15 minutes maximum).

2. A l'aide d'un équipement approprié, récupérer le fluide d'origine (R12 ou R502), et tous les résidus d'huile minérale restant dans le système : le fonctionnement de l'installation sera considéré sans risque potentiel si la quantité résiduelle d'huile minérale ne dépasse pas 1 % de la charge normale d'huile polyolester (POE). Exceptionnellement, il pourrait être nécessaire de rincer ou balayer le circuit sous pression d'azote.

3. Adapter le capillaire ou le détendeur pour pouvoir fonctionner avec ces nouveaux fluides. Particulièrement dans le cas d'installation avec échangeur capillaire / tube d'aspiration, le capillaire devra probablement être rallongé (30 % environ pour le R134a, 10 à 15 % dans le cas du R404A ou équivalents).

4. Installer un déshydrateur de taille suffisante et compatible avec ces nouveaux fluides (par exemple : XH9 ou équivalents). S'assurer que tous les autres composants du circuit sont compatibles (par exemple : voyant liquide). Les huiles POE étant plus détergentes que les huiles minérales, il est conseillé de monter systématiquement un filtre efficace à l'aspiration.

5. Installer le compresseur de puissance équivalente.

Utiliser les composants électriques (relais, protecteur, condensateur,...) du nouveau compresseur, car ceux-ci peuvent être différents de ceux de l'ancien modèle.

6. Effectuer un bon tirage au vide de manière à ne pas avoir dans le système un taux d'humidité supérieur à 80 ppm.

7. Casser le vide avec le nouveau frigorigène, en phase vapeur pour le R134a et en phase liquide pour le R404A ou équivalents, de préférence sur la ligne liquide.

8. Charger le système selon la procédure habituelle, sachant que ces fluides nécessitent généralement une charge plus faible en poids (de l'ordre de 20 %).

9. Vérifier le bon fonctionnement du système.