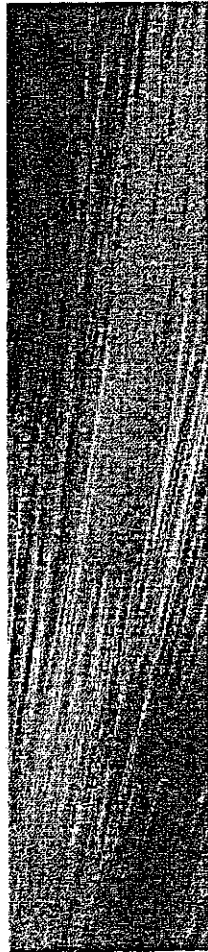


TOULOUSE

P  
O  
L  
Y  
C  
O  
P



TABLES ET DIAGRAMMES  
THERMODYNAMIQUES

FABRE J.



ECOLE NATIONALE SUPERIEURE d'ELECTROTECHNIQUE,  
d'ELECTRONIQUE, d'INFORMATIQUE, d'HYDRAULIQUE et des TELECOMMUNICATIONS  
2, RUE CHARLES CAMICHEL BP 7122 F-31071 TOULOUSE CEDEX 7  
TELEPHONE +33 (0) 561 588 200 TELECOPIE +33 (0) 561 620 976



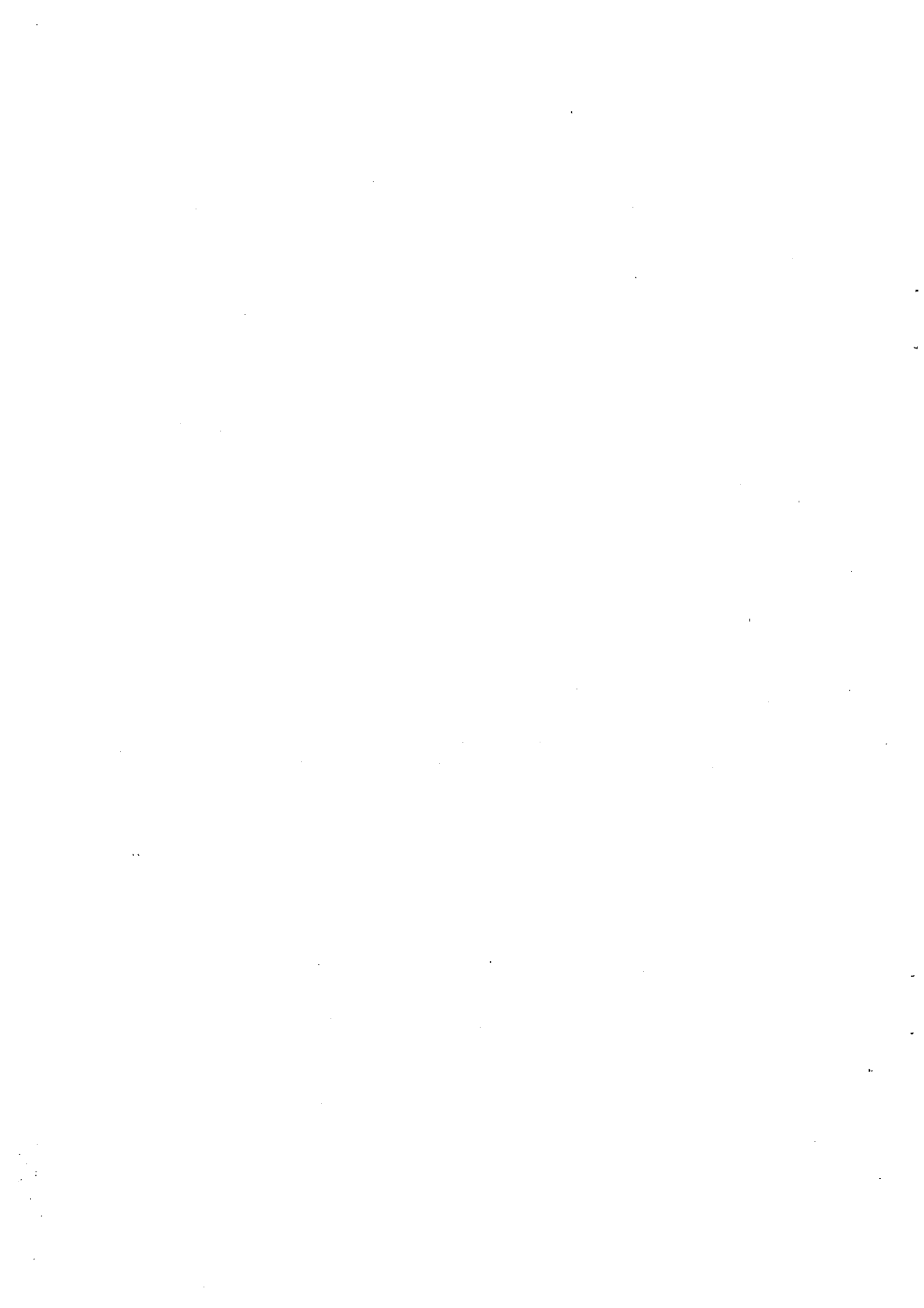
Les tables et diagrammes thermodynamiques sont extraits  
de l'ouvrage :

"La Thermodynamique technique"

de A. HOUBERECHTS - VANDER Editeur.

Avec l'autorisation de l'auteur.

J. FABRE



# CHALEURS MOLAIRES A PRESSION CONSTANTE DES PRINCIPAUX GAZ

(en KJ/Kmole/K)

Aux faibles pressions elles sont fonction de la température uniquement.

Gaz M (Kg/Kmole)	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Air sec	CO	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>
	2,016	28,016	32,00	28,96	28,01	44,01	18,016	64,07	17,03	16,04	30,07	44,10
T = 50K	20,83	29,10										
100	22,56	29,10	29,11	29,03	29,10							
150	25,38	29,10	29,11	29,03	29,11							
200	27,27	29,11	29,13	29,04	29,11	32,36				33,50	42,58	
250	28,33	29,11	29,20	29,05	29,12	34,83			34,47	34,27	47,23	
t = 0°C	28,62	29,12	29,27	29,07	29,12	35,86	33,36	38,85	35,00	34,74	49,53	68,3
25	28,83	29,12	29,36	29,10	29,14	37,13	33,56	39,87	35,58	35,79	52,70	73,5
100	29,13	29,20	29,88	29,27	29,26	40,21	34,05	42,41	37,60	39,28	62,17	88,9
200	29,24	29,47	30,81	29,68	29,65	43,69	34,93	45,55	40,70	45,03	74,87	108,4
300	29,30	29,95	31,83	30,27	30,25	46,51	35,98	48,23	43,84	50,94	86,29	125,0
400	29,40	30,58	32,76	30,95	30,97	48,86	37,14	50,24	46,60	56,62	96,64	139,4
500	29,56	31,25	33,55	31,64	31,71	50,81	38,36	51,71	49,95	61,86	105,8	152,1
600	29,79	31,92	34,20	32,30	32,40	52,45	39,60	52,88	52,80	66,62	113,9	163,0
700	30,10	32,54	34,75	32,90	33,02	53,83	40,82	53,76	55,43	70,93	120,9	172,7
800	30,47	33,10	35,20	33,43	33,57	54,98	41,99	54,43	57,90	74,75	126,8	180,5
900	30,87	33,60	35,58	33,90	34,05	55,95	43,12	55,01	60,21	78,17	132,0	187,4
1000	31,28	34,04	35,91	34,31	34,47	56,77	44,25	55,43	62,30	81,19	136,8	193,8
1100	31,72	34,42	36,22	34,68	34,82	57,47	45,38	55,77	64,10	83,84	141,1	199,6
1200	32,15	34,76	36,49	35,00	35,14	58,07	46,41	56,06	65,77	86,11	145,0	204,8
1400	33,00	35,32	37,00	35,55	35,65	59,03	48,30	56,56	68,58			
1600	33,76	35,75	37,48	35,98	36,04	59,74	50,00	56,90	70,80			
1800	34,04	36,09	37,94	36,35	36,35	60,27	51,37	57,15	72,56			
2000	35,06	36,37	38,41	36,65	36,60	60,65	52,42	57,32	74,15			
2500	36,32	36,87	39,50	37,28	37,05	61,08	54,65	57,61	76,74			
3000	37,39	37,26	40,28	37,76	37,39	61,38	56,40	57,74	78,38			

TABLE 1

CHALEURS MOLAIRES MOYENNES A PRESSION CONSTANTE DES PRINCIPAUX GAZ

(en KJ/Kmole/K)

Gaz M (Kg/Kmole)	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Air sec	CO	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>
	2,016	28,016	32,00	28,96	28,01	44,01	18,016	64,07	17,03	16,04	30,07	44,10
t = 0°C	28,62	29,11	29,27	29,07	29,12	35,86	33,36	38,85	35,00	34,74	49,53	68,3
25	28,72	29,12	29,31	29,08	29,13	36,49	33,46	39,36	35,26	35,26	51,11	70,9
100	28,93	29,14	29,54	29,15	29,18	38,11	33,64	40,65	36,30	36,81	55,92	78,7
200	29,07	29,23	29,93	29,30	29,30	40,06	34,06	42,33	37,72	39,43	62,19	88,9
300	29,12	29,38	30,40	29,52	29,52	41,75	34,52	43,88	39,24	42,27	68,23	97,9
400	29,19	29,60	30,88	29,79	29,79	43,25	35,03	45,22	40,73	45,18	74,16	106,7
500	29,25	29,86	31,33	30,09	30,10	44,57	35,57	46,39	42,24	47,98	79,63	114,2
600	29,32	30,15	31,76	30,41	30,42	45,75	36,14	47,35	43,76	50,67	84,67	121,8
700	29,41	30,45	32,15	30,72	30,75	46,81	36,72	48,23	45,24	53,28	89,35	128,3
800	29,52	30,75	32,50	31,03	31,07	47,76	37,31	48,94	46,67	55,90	93,71	134,2
900	29,65	31,04	32,83	31,32	31,38	48,62	37,89	49,61	48,05	58,33	97,77	141,8
1000	29,79	31,31	33,12	31,60	31,66	49,39	38,47	50,16	49,37	60,50	101,5	144,8
1100	29,94	31,58	33,39	31,86	31,94	50,10	39,05	50,66	50,62	62,45	105,0	149,7
1200	30,11	31,83	33,63	32,11	32,19	50,74	39,62	51,08	51,82	64,17	108,2	154,2
1300	30,29	32,07	33,86	32,34	32,43	51,32	40,18	51,62				
1400	30,47	32,29	34,08	32,56	32,65	51,86	40,73	51,96				
1500	30,65	32,50	34,28	32,77	32,86	52,35	41,26	52,25				
1600	30,83	32,70	34,47	32,97	33,05	52,80	41,78	52,54				
1800	31,19	33,05	34,83	33,32	33,40	53,60	42,76	53,05				
2000	31,55	33,37	35,17	33,64	33,71	54,29	43,67	53,46				
2500	32,38	34,02	35,93	34,31	34,34	55,62	45,65	54,26				

TABLE 2

La chaleur molaire moyenne à pression constante est définie par :  $\frac{M}{t} \int_0^t C_{pdt}$

## CARACTERISTIQUES CRITIQUES DES PRINCIPALES SUBSTANCES

Substances		$t_c$ °C	$T_c$ K	$p_c$ bar	$v_c$ m <sup>3</sup> /kg	$t_{a760}$ °C
<b>Corps simples</b>						
Mercure	Hg	1 460	1 733	1 066	0,0002	356,85
Xénon	Xe	16,6	289,7	59,0	0,000905	-108,12
Krypton	Kr	- 63,7	209,5	54,9	0,001101	-153,40
Oxygène	O <sub>2</sub>	-118,4	154,7	50,4	0,002326	-182,98
Argon	A	-122,3	150,8	48,6	0,001883	-185,88
Azote	N <sub>2</sub>	-147,1	126,0	33,9	0,003215	-195,75
Néon	Ne	-228,8	44,3	26,7	0,002068	-246,06
Hydrogène	H <sub>2</sub>	-239,9	33,5	12,96	0,03223	-252,77
Helium	He	-267,95	5,20	2,29	0,01443	-268,9
Eau	H <sub>2</sub> O	374,15	647,30	221,20	0,00317	100
Air	O <sub>2</sub> + 3,76N <sub>2</sub>	-140,63	132,52	37,66	0,00303	-194,47 -191,26
<b>Hydrocarbures</b>						
Benzène	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	288,9	562,0	48,34	0,003333	80,10
Propane	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	96,8	369,9	42,56	0,004425	- 42,10
Acétylène	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	35,9	309,0	62,52	0,004329	- 84,00
Ethane	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	32,1	305,2	49,45	0,004762	- 88,60
Ethylène	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	9,25	263,9	51,17	0,004545	-103,78
Méthane	CH <sub>4</sub>	- 82,5	190,6	46,29	0,006172	-161,50
<b>Oxydes :</b>						
d'Azote	NO	- 93,0	176,1	65,41	0,001923	-151,75
de Carbone	CO	-140,2	132,9	34,99	0,003322	-191,55
<b>Fluides frigorigènes</b>						
Alcool	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	243	516	63,84	0,003629	78,32
Ether	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> O	194	467	35,99	0,003787	34,48
Fréon 11	CCl <sub>3</sub> F	198	471	43,74	0,001800	24,4
Anhydride sulfurique	SO <sub>2</sub>	157,5	430,6	78,84	0,001905	-10,02
Chlorure d'éthyle	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl	187,2	460,3	52,69	0,003030	-12,28
Chlorure de méthyle	CH <sub>3</sub> Cl	143	416	66,69	0,002703	-23,76
Fréon 12	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	112	385	41,15	0,001790	-29,8
Ammoniac	NH <sub>3</sub>	132,4	405,5	112,97	0,004255	-33,41
Fréon 22	CHClF <sub>2</sub>	96,0	369,1	49,33	0,001900	-40,6
Anhydride carbonique	CO <sub>2</sub>	31,35	304,2	73,76	0,002160	-78,45

c : indice relatif aux conditions critiques

e : indice relatif à l'ébullition

TABLE 3

ENTHALPIE ET ENTROPIE ABSOLUES MOLAIRES  
DE QUELQUES CORPS DANS LES CONDITIONS STANDARDS  
(1 atm., 25°C)

Corps	M.h kJ/kmole	M.s kJ/kmole/K	Corps	M.h kJ/kmole	M.s kJ/kmole/K
C graphite	0	5,69	H <sub>2</sub> O liquide	-285 800	69,9
C diamant	920	2,43	H <sub>2</sub> O gaz	-241 800	188,8
C coke	10 900	—	SO <sub>2</sub>	-296 930	248,3
S rh	0	31,9	H <sub>2</sub> S	- 20 700	205,5
H <sub>2</sub>	0	130,6	CH <sub>4</sub>	- 74 900	186,2
O <sub>2</sub>	0	205,5	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	- 84 700	229,5
N <sub>2</sub>	0	191,5	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	-103 900	269,9
CO	-110 500	197,4	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> normal	-124 700	310,0
CO <sub>2</sub>	-393 500	213,6	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> iso	-131 600	294,6
NH <sub>3</sub> gaz	- 46 200	192,5	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	52 300	219,4

TABLE 4



CHALEUR DE REACTION DE QUELQUES  
TRANSFORMATIONS CHIMIQUES  
DANS LES CONDITIONS STANDARDS

Réaction	M. h kJ/kmole	h kJ/kg	(p. h) kJ/Nm <sup>3</sup>
C graphite + O <sub>2</sub> = CO <sub>2</sub>	393 500	32 790	—
C coke + O <sub>2</sub> = CO <sub>2</sub>	404 400	33 700	—
C graphite + 0,5 O <sub>2</sub> = CO	110 500	9 210	—
C coke + 0,5 O <sub>2</sub> = CO	121 400	10 116	—
S rh + O <sub>2</sub> = SO <sub>2</sub>	296 930	9 279	—
CO + 0,5 O <sub>2</sub> = CO <sub>2</sub>	283 000	10 107	12 626
H <sub>2</sub> + 0,5 O <sub>2</sub> = H <sub>2</sub> O gaz	241 800	119 940	10 790
H <sub>2</sub> + 0,5 O <sub>2</sub> = H <sub>2</sub> O liquide	285 800	141 760	12 750
CH <sub>4</sub> + 2 O <sub>2</sub> = CO <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O gaz	802 200	50 040	35 790
CH <sub>4</sub> + 2 O <sub>2</sub> = CO <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O liquide	890 200	55 530	39 710
C graphite + 2 H <sub>2</sub> = CH <sub>4</sub>	74 900	6 240	—
C coke + 2 H <sub>2</sub> = CH <sub>4</sub>	85 800	7 140	—
0,5 N <sub>2</sub> + 1,5 H <sub>2</sub> = NH <sub>3</sub> gaz	46 220	2 714 <sup>(1)</sup>	2 062 <sup>(1)</sup>
C graphite + H <sub>2</sub> O gaz = CO + H <sub>2</sub>	-131 300	-10 940	—
C coke + H <sub>2</sub> O gaz = CO + H <sub>2</sub>	-120 400	-10 030	—
C graphite + 2 H <sub>2</sub> O gaz = CO <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub>	- 90 100	- 7 510	—
C coke + 2 H <sub>2</sub> O gaz = CO <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub>	- 79 200	- 6 600	—
CO + H <sub>2</sub> O gaz = CO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub>	41 200	1 470	1 840
C graphite + CO <sub>2</sub> = 2 CO	-172 500	-14 375	—
C coke + CO <sub>2</sub> = 2 CO	-161 600	-13 466	—

<sup>(1)</sup> Par kg ou par Nm<sup>3</sup> de NH<sub>3</sub>.

TABLE 5

POUVOIR CALORIFIQUE SUPERIEUR ET INFERIEUR  
DE QUELQUES SUBSTANCES A 0°C

Corps	M kg/kmole	P <sub>p</sub> kJ/kg	P <sub>v</sub> kJ/Nm <sup>3</sup>	I <sub>p</sub> kJ/kg	I <sub>v</sub> kJ/Nm <sup>3</sup>
C graphite	12,00				
— en CO <sub>2</sub>		32 800	—	32 800	—
— en CO		9 230	—	9 230	—
C coke	12,00				
— en CO <sub>2</sub>		33 700	—	33 700	—
— en CO		10 125	—	10 125	—
S	32,00	9 280	—	9 280	—
CO	28,01	10 100	12 600	10 100	12 600
H <sub>2</sub>	2,016	142 200	12 780	119 800	10 775
Méthane CH <sub>4</sub>	16,04	55 670	39 820	50 050	35 800
Ethane C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	30,07	51 700	69 210	47 200	63 200
Propane C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	44,10	50 400	101 300	46 300	93 050
Butane n C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58,08	49 635	134 145	45 760	123 680
Butane i C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	58,08	49 475	133 975	45 600	123 510
Ethylène C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	28,03	50 325	63 400	47 100	59 325
Propylène C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	42,05	48 860	94 620	45 630	88 400
Butylène C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	56,06	48 525	124 765	45 320	116 520
Acétylène C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	26,02	50 250	58 950	48 525	56 920

TABLE 6

CARACTERISTIQUES DANS LES CONDITIONS DE SATURATION DE L'EAU

$t$ °C	$p$ bars	$v_l$ m <sup>3</sup> /kg	$v_v$ m <sup>3</sup> /kg	$h_l$ kJ/kg	$h_v$ kJ/kg	$L_{lv}$ kJ/kg	$s_l$ kJ/kg/K	$s_v$ kJ/kg/K
0	0,006108	0,001000	206,3	-0,04	2 501,6	2 501,6	-0,0002	9,1577
0,01	0,006112	0,001000	206,2	0,00	2 501,6	2 501,6	0,0000	9,1575
5	0,008719	0,001000	147,2	21,01	2 510,7	2 489,7	0,0762	9,0269
6,98	0,010	0,001000	129,2	29,34	2 514,4	2 485,0	0,1060	8,9767
10	0,012271	0,001000	106,4	41,99	2 519,9	2 477,9	0,1510	8,9020
13,04	0,015	0,001000	87,98	54,71	2 525,5	2 470,7	0,1957	8,8288
15	0,017040	0,001000	77,98	62,94	2 529,1	2 466,1	0,2243	8,7826
17,51	0,020	0,001001	67,01	73,46	2 533,6	2 460,2	0,2607	8,7246
20	0,02337	0,001001	57,84	83,86	2 538,2	2 454,3	0,2963	8,6684
21,10	0,025	0,001002	54,26	88,45	2 540,2	2 451,7	0,3119	8,6440
24,10	0,030	0,001002	45,67	101,00	2 545,6	2 444,6	0,3544	8,5785
25	0,03166	0,001002	43,40	104,77	2 547,3	2 442,5	0,3670	8,5592
28,98	0,040	0,001004	34,80	121,41	2 554,5	2 433,1	0,4225	8,4755
30	0,04241	0,001004	32,93	125,66	2 556,4	2 430,7	0,4365	8,4546
32,90	0,050	0,001005	28,19	137,77	2 561,6	2 423,8	0,4763	8,3960
35	0,05622	0,001006	25,24	146,56	2 565,4	2 418,8	0,5049	8,3543
36,18	0,060	0,001006	23,74	151,50	2 567,5	2 416,0	0,5209	8,3312
40	0,07375	0,001007	19,55	167,45	2 574,4	2 406,9	0,5721	8,2583
41,53	0,080	0,001008	18,10	173,86	2 577,1	2 403,2	0,5925	8,2296
45	0,09582	0,001009	15,28	188,35	2 583,3	2 394,9	0,6383	8,1661
45,83	0,10	0,001010	14,67	191,83	2 584,8	2 392,9	0,6493	8,1511
49,45	0,12	0,001011	12,36	206,94	2 591,2	2 384,3	0,6963	8,0872
50	0,12335	0,001012	12,05	209,26	2 592,2	2 382,9	0,7035	8,0776
54,00	0,15	0,001014	10,02	225,97	2 599,2	2 373,2	0,7549	8,0093
55	0,15741	0,001014	9,579	230,17	2 601,0	2 370,8	0,7677	7,9926
60	0,1992	0,001017	7,679	251,09	2 609,7	2 358,6	0,8310	7,9108
60,09	0,20	0,001017	7,650	251,45	2 609,9	2 358,4	0,8321	7,9094
64,99	0,25	0,001019	6,204	271,99	2 618,3	2 346,4	0,8932	7,8323
65	0,2501	0,001019	6,202	272,02	2 618,4	2 346,3	0,8933	7,8322
69,12	0,30	0,001022	5,229	289,30	2 625,4	2 336,1	0,9441	7,7695
70	0,3116	0,001022	5,046	292,97	2 626,9	2 334,0	0,9548	7,7565
72,70	0,35	0,001024	4,529	304,30	2 631,5	2 327,2	0,9876	7,7168
75	0,3855	0,001025	4,134	313,94	2 635,4	2 321,5	1,0154	7,6835
75,88	0,40	0,001026	3,993	317,65	2 636,9	2 319,2	1,0261	7,6709
78,74	0,45	0,001028	3,576	329,64	2 641,7	2 312,0	1,0603	7,6307
80	0,4736	0,001029	3,409	334,92	2 643,8	2 308,8	1,0753	7,6132
81,34	0,50	0,001030	3,240	340,56	2 646,0	2 305,4	1,0912	7,5947
85	0,5780	0,001032	2,829	355,92	2 652,0	2 296,5	1,1343	7,5454
85,95	0,60	0,001033	2,732	359,93	2 653,6	2 293,6	1,1454	7,5327
89,96	0,70	0,001036	2,365	376,77	2 660,1	2 283,3	1,1921	7,4804
90	0,7011	0,001036	2,361	376,94	2 660,1	2 283,2	1,1925	7,4799
93,51	0,80	0,001038	2,087	391,72	2 665,8	2 274,0	1,2330	7,4352
95	0,8453	0,001039	1,982	397,99	2 668,1	2 270,2	1,2501	7,4166
96,71	0,90	0,001041	1,869	405,21	2 670,9	2 265,6	1,2696	7,3954

TABLE 7

## (SUITE)

$t$ °C	$P$ bars	$v_{\ell}$ m <sup>3</sup> /kg	$v_v$ m <sup>3</sup> /kg	$h_{\ell}$ kJ/kg	$h_v$ kJ/kg	$L_{\ell v}$ kJ/kg	$s_{\ell}$ kJ/kg/°K	$s_v$ kJ/kg/°K
99,63	1,0	0,001043	1,694	417,51	2 675,4	2 257,9	1,3027	7,3598
100	1,0133	0,001043	1,673	419,06	2 676,0	2 256,9	1,3069	7,3554
102,32	1,1	0,001045	1,549	428,84	2 679,6	2 250,8	1,3330	7,3277
104,81	1,2	0,001047	1,428	439,36	2 683,4	2 244,1	1,3609	7,2984
105	1,2080	0,001047	1,419	440,17	2 683,7	2 243,6	1,3630	7,2962
107,13	1,3	0,001049	1,325	449,19	2 687,0	2 237,8	1,3868	7,2715
109,32	1,4	0,001051	1,236	458,42	2 690,3	2 231,9	1,4109	7,2465
110	1,4327	0,001051	1,210	461,32	2 691,3	2 230,0	1,4185	7,2388
111,37	1,5	0,001053	1,159	467,13	2 693,4	2 226,2	1,4336	7,2234
113,32	1,6	0,001055	1,091	475,38	2 696,2	2 220,9	1,4550	7,2017
115	1,6906	0,001056	1,036	482,50	2 698,7	2 216,2	1,4733	7,1832
116,93	1,8	0,001057	0,9772	490,70	2 701,5	2 210,8	1,4944	7,1622
120	1,9854	0,001060	0,8915	503,72	2 706,0	2 202,2	1,5276	7,1293
120,23	2,0	0,001060	0,8854	504,70	2 706,3	2 201,6	1,5301	7,1268
123,27	2,2	0,001063	0,8098	517,62	2 710,6	2 193,0	1,5627	7,0949
125	2,3210	0,001065	0,7702	524,99	2 713,0	2 188,0	1,5813	7,0769
126,09	2,4	0,001066	0,7465	529,64	2 714,5	2 184,9	1,5929	7,0657
127,43	2,5	0,001067	0,7184	535,34	2 716,4	2 181,0	1,6071	7,0520
128,73	2,6	0,001068	0,6925	540,87	2 718,2	2 177,3	1,6209	7,0389
130	2,7013	0,001070	0,6681	546,31	2 719,9	2 173,6	1,6344	7,0261
131,20	2,8	0,001071	0,6460	551,44	2 721,5	2 170,1	1,6471	7,0140
133,54	3,0	0,001073	0,6056	561,43	2 724,7	2 163,2	1,6716	6,9909
135	3,131	0,001075	0,5818	567,68	2 726,6	2 158,9	1,6869	6,9766
135,75	3,2	0,001075	0,5700	570,90	2 727,6	2 156,7	1,6948	6,9693
137,86	3,4	0,001077	0,5385	579,92	2 730,3	2 150,4	1,7168	6,9489
139,86	3,6	0,001079	0,5103	588,53	2 732,9	2 144,4	1,7376	6,9297
140	3,614	0,001080	0,5085	589,10	2 733,1	2 144,0	1,7390	6,9284
141,78	3,8	0,001081	0,4851	596,77	2 735,3	2 138,6	1,7574	6,9116
143,62	4,0	0,001083	0,4622	604,67	2 737,6	2 133,0	1,7764	6,8943
145	4,155	0,001085	0,4460	610,60	2 739,3	2 128,7	1,7906	6,8815
147,92	4,5	0,001088	0,4132	623,16	2 742,9	2 119,7	1,8204	6,8547
150	4,760	0,001090	0,3924	632,15	2 745,4	2 113,2	1,8416	6,8358
151,84	5,0	0,001092	0,3747	640,12	2 747,5	2 107,4	1,8604	6,8192
155	5,433	0,001096	0,3464	653,78	2 751,2	2 097,4	1,8923	6,7911
155,46	5,5	0,001097	0,3425	655,78	2 751,7	2 095,9	1,8969	6,7870
158,84	6,0	0,001100	0,3155	670,42	2 755,5	2 085,0	1,9308	6,7575
160	6,181	0,001102	0,3068	675,47	2 756,7	2 081,3	1,9425	6,7475
161,99	6,5	0,001105	0,2925	684,12	2 758,8	2 074,7	1,9623	6,7304
164,96	7,0	0,001108	0,2727	697,06	2 762,0	2 064,9	1,9918	6,7052
165	7,008	0,001108	0,2724	697,25	2 762,0	2 064,8	1,9923	6,7048
167,75	7,5	0,001111	0,2552	709,29	2 764,8	2 055,5	2,0195	6,6816
170	7,920	0,001114	0,2426	719,12	2 767,1	2 047,9	2,0416	6,6630
170,41	8,0	0,001115	0,2403	720,94	2 767,5	2 046,5	2,0457	6,6596
172,94	8,5	0,001118	0,2268	732,02	2 769,9	2 037,9	2,0705	6,6390
175	8,924	0,001120	0,2165	741,07	2 771,8	2 030,7	2,0906	6,6221
175,36	9	0,001121	0,2148	742,64	2 772,1	2 029,5	2,0941	6,6192

(SUITE)

$t$ °C	$P$ bars	$v_l$ m <sup>3</sup> /kg	$v_v$ m <sup>3</sup> /kg	$h_l$ kJ/kg	$h_v$ kJ/kg	$L_{lv}$ kJ/kg	$s_l$ kJ/kg/K	$s_v$ kJ/kg/K
177,66	9,5	0,001124	0,2040	752,81	2 775,0	2 020,9	2,1166	6,6005
179,88	10	0,001127	0,1943	762,61	2 776,2	2 013,6	2,1382	6,5828
180	10,027	0,001127	0,1938	763,12	2 776,3	2 013,1	2,1393	6,5819
184,07	11	0,001133	0,1774	781,13	2 779,7	1 998,5	2,1786	6,5497
185	11,233	0,001134	0,1739	785,26	2 780,4	1 995,2	2,1876	6,5424
187,96	12	0,001138	0,1632	798,43	2 782,7	1 984,3	2,2161	6,5194
190	12,551	0,001141	0,1563	807,52	2 784,3	1 976,7	2,2356	6,5036
191,61	13	0,001143	0,1511	814,70	2 785,4	1 970,7	2,2510	6,4913
195	13,987	0,001148	0,1408	829,88	2 787,8	1 957,9	2,2833	6,4654
195,04	14	0,001148	0,1407	830,08	2 787,8	1 957,7	2,2837	6,4651
198,29	15	0,001153	0,1317	844,67	2 789,9	1 945,2	2,3145	6,4406
200	15,549	0,001156	0,1272	852,37	2 790,9	1 938,6	2,3307	6,4278
201,37	16	0,001158	0,1237	858,56	2 791,7	1 933,2	2,3436	6,4175
204,31	17	0,001163	0,1166	871,84	2 793,4	1 921,5	2,3713	6,3957
205	17,243	0,001164	0,1150	874,99	2 793,8	1 918,8	2,3778	6,3906
207,11	18	0,001167	0,1103	884,58	2 794,8	1 910,3	2,3976	6,3751
209,80	19	0,001172	0,1047	896,81	2 796,1	1 899,3	2,4228	6,3554
210	19,077	0,001172	0,1042	897,74	2 796,2	1 898,5	2,4247	6,3539
212,37	20	0,001176	0,0995	908,59	2 797,2	1 888,6	2,4469	6,3367
214,85	21	0,001180	0,09489	919,96	2 798,2	1 878,2	2,4700	6,3187
215	21,060	0,001181	0,09463	920,63	2 798,3	1 877,6	2,4713	6,3176
217,24	22	0,001185	0,09065	930,95	2 799,1	1 868,1	2,4922	6,3015
219,55	23	0,001189	0,08677	941,60	2 799,8	1 858,2	2,5136	6,2849
220	23,198	0,001190	0,08604	943,67	2 799,9	1 856,2	2,5178	6,2817
221,78	24	0,001193	0,08320	951,93	2 800,4	1 848,5	2,5343	6,2690
223,94	25	0,001197	0,07991	961,96	2 800,9	1 839,0	2,5543	6,2536
225	25,501	0,001199	0,07835	966,89	2 801,2	1 834,3	2,5641	6,2461
226,04	26	0,001201	0,07686	971,72	2 801,4	1 829,6	2,5736	6,2387
228,07	27	0,001205	0,07402	981,22	2 801,7	1 820,5	2,5924	6,2244
230	27,976	0,001208	0,07145	990,26	2 802,0	1 811,7	2,6102	6,2107
230,05	28	0,001208	0,07139	990,48	2 802,0	1 811,5	2,6106	6,2104
231,97	29	0,001212	0,06893	999,53	2 802,2	1 802,6	2,6283	6,1969
233,84	30	0,001216	0,06663	1 008,4	2 802,3	1 793,9	2,6455	6,1837
235	30,632	0,001218	0,06525	1 013,8	2 802,3	1 788,5	2,6562	6,1756
237,45	32	0,001223	0,06244	1 025,4	2 802,3	1 776,9	2,6786	6,1585
240	33,478	0,001229	0,05965	1 037,6	2 802,2	1 764,6	2,7020	6,1406
240,88	34	0,001231	0,05873	1 041,8	2 802,1	1 760,3	2,7101	6,1344
244,16	36	0,001238	0,05541	1 057,6	2 801,7	1 744,2	2,7401	6,1115
245	36,523	0,001240	0,05461	1 061,6	2 801,6	1 740,0	2,7480	6,1057
247,31	38	0,001245	0,05244	1 072,7	2 801,1	1 728,4	2,7689	6,0896
250	39,776	0,001251	0,05004	1 085,8	2 800,4	1 714,6	2,7935	6,0708
250,33	40	0,001252	0,04975	1 087,4	2 800,3	1 712,9	2,7965	6,0685
253,24	42	0,001258	0,04731	1 101,6	2 799,4	1 697,8	2,8231	6,0482
255	43,246	0,001263	0,04590	1 110,2	2 798,7	1 688,5	2,8392	6,0359
256,05	44	0,001265	0,04508	1 115,4	2 798,3	1 682,9	2,8487	6,0286
258,75	46	0,001272	0,04304	1 128,8	2 797,0	1 668,3	2,8735	6,0097

(SUITE)

$t$ °C	$p$ bars	$v_l$ m <sup>3</sup> /kg	$v_v$ m <sup>3</sup> /kg	$h_l$ kJ/kg	$h_v$ kJ/kg	$L_{lv}$ kJ/kg	$s_l$ kJ/kg/°K	$s_v$ kJ/kg/°K
260	46,943	0,001275	0,04213	1 134,9	2 796,4	1 661,5	2,8848	6,0010
261,37	48	0,001279	0,04116	1 141,8	2 795,7	1 653,9	2,8974	5,9913
263,91	50	0,001286	0,03943	1 154,5	2 794,2	1 639,7	2,9206	5,9735
265	50,877	0,001288	0,03871	1 159,9	2 793,5	1 633,6	2,9306	5,9658
269,93	55	0,001302	0,03563	1 184,9	2 789,9	1 605,0	2,9757	5,9309
270	55,058	0,001302	0,03559	1 185,2	2 789,9	1 604,6	2,9763	5,9304
275	59,496	0,001317	0,03274	1 210,9	2 785,5	1 574,7	3,0223	5,8947
275,55	60	0,001319	0,03244	1 213,7	2 785,0	1 571,3	3,0273	5,8908
280	64,202	0,001332	0,03013	1 236,8	2 780,4	1 543,6	3,0683	5,8586
280.82	65	0,001335	0,02972	1 241,1	2 779,5	1 538,4	3,0759	5,8527
285	69,186	0,001348	0,02773	1 263,2	2 774,5	1 511,3	3,1146	5,8220
285,79	70	0,001351	0,02737	1 267,4	2 773,5	1 506,0	3,1219	5,8162
290	74,461	0,001366	0,02554	1 290,2	2 767,6	1 477,6	3,1611	5,7848
290,50	75	0,001370	0,02533	1 292,7	2 766,9	1 474,2	3,1657	5,7811
294,97	80	0,001384	0,02353	1 317,1	2 759,9	1 442,8	3,2076	5,7471
295	80,037	0,001384	0,02351	1 317,3	2 759,8	1 442,6	3,2079	5,7469
299,23	85	0,001400	0,02193	1 340,7	2 752,5	1 411,7	3,2479	5,7141
300	85,927	0,001404	0,02165	1 345,0	2 751,0	1 406,0	3,2552	5,7081
303,31	90	0,001418	0,02050	1 363,7	2 744,6	1 380,9	3,2867	5,6820
305	92,144	0,001425	0,01993	1 373,4	2 741,1	1 367,7	3,3029	5,6685
307,21	95	0,001435	0,01921	1 386,1	2 736,4	1 350,2	3,3242	5,6506
310	98,700	0,001448	0,01833	1 402,4	2 730,0	1 327,6	3,3512	5,6278
310,96	100	0,001453	0,01804	1 408,0	2 727,7	1 319,7	3,3605	5,6198
315	105,61	0,001473	0,01686	1 432,1	2 717,6	1 285,5	3,4002	5,5858
318,05	110	0,001489	0,01601	1 450,6	2 709,3	1 258,7	3,4304	5,5595
320	112,89	0,001499	0,01548	1 462,6	2 703,7	1 241,1	3,4500	5,5423
324,65	120	0,001527	0,01428	1 491,8	2 689,2	1 197,4	3,4972	5,5002
325	120,56	0,001529	0,01419	1 494,0	2 688,0	1 194,0	3,5008	5,4969
330	128,63	0,001561	0,01299	1 526,5	2 670,2	1 143,6	3,5528	5,4490
330,83	130	0,001567	0,01280	1 532,0	2 667,0	1 135,0	3,5616	5,4408
335	137,12	0,001597	0,01185	1 560,3	2 649,7	1 089,5	3,6063	5,3979
336,64	140	0,001610	0,01150	1 571,6	2 642,4	1 070,7	3,6242	5,3803
340	146,05	0,001639	0,01078	1 595,5	2 626,2	1 030,7	3,6616	5,3427
342,13	150	0,001658	0,01034	1 611,0	2 615,0	1 004,0	3,6859	5,3178
345	155,45	0,001685	0,00976	1 632,5	2 598,9	966,4	3,7193	5,2828
347,33	160	0,001710	0,00931	1 650,5	2 584,9	934,3	3,7471	5,2531
350	165,35	0,001741	0,00880	1 671,9	2 567,7	895,7	3,7800	5,2177
352,26	170	0,001769	0,00837	1 691,7	2 551,6	859,9	3,8107	5,1855
355	175,77	0,001808	0,00785	1 716,6	2 530,4	813,8	3,8489	5,1442
356,96	180	0,001840	0,00750	1 734,8	2 513,9	779,1	3,8765	5,1128
360	186,75	0,001895	0,00694	1 764,2	2 485,4	721,3	3,9210	5,0600
361,43	190	0,001926	0,00668	1 778,7	2 470,6	692,0	3,9429	5,0332
365	198,33	0,002016	0,00601	1 818,0	2 428,0	610,0	4,0021	4,9579
365,70	200	0,002037	0,00588	1 826,5	2 418,4	591,9	4,0149	4,9412
369,78	210	0,002201	0,00502	1 886,3	2 347,6	461,3	4,1048	4,8223
370	210,54	0,002214	0,00497	1 890,2	2 342,8	452,6	4,1108	4,8144

(SUITE)

$t$ °C	$p$ bars	$v_{\ell}$ m <sup>3</sup> /kg	$v_{\nu}$ m <sup>3</sup> /kg	$h_{\ell}$ kJ/kg	$h_{\nu}$ kJ/kg	$L_{\ell,\nu}$ kJ/kg	$s_{\ell}$ kJ/kg/°K	$s_{\nu}$ kJ/kg/°K
370,58	212	0,002249	0,00483	1 901,5	2 328,9	427,4	4,1279	4,7917
372	215,62	0,002364	0,00444	1 935,6	2 286,9	351,4	4,1794	4,7240
372,92	218	0,002483	0,00411	1 967,2	2 248,0	280,8	4,2276	4,6622
373,69	220	0,002671	0,00373	2 011,1	2 195,6	184,5	4,2947	4,5799
374	220,81	0,002841	0,00346	2 046,3	2 155,0	108,6	4,3487	4,5166
374,15	221,20	0,00317		2 107,4		0,0	4,4429	





CARACTERISTIQUE DANS LES CONDITIONS DE SURCHAUFFE DE LA VAPEUR D'EAU

<i>P</i> <sub>bar</sub>	0,5			0,75			1		
<i>t</i> °C	<i>v</i> m <sup>3</sup> /kg	<i>h</i> kJ/kg	<i>s</i> kJ/kg/°K	<i>v</i> m <sup>3</sup> /kg	<i>h</i> kJ/kg	<i>s</i> kJ/kg/°K	<i>v</i> m <sup>3</sup> /kg	<i>h</i> kJ/kg	<i>s</i> kJ/kg/°K
100	3,418	2 682,6	7,6953	2,270	2 679,4	7,5014	1,696	2 676,2	7,3618
120	3,607	2 721,6	7,7972	2,398	2 719,1	7,6050	1,793	2 716,5	7,4670
140	3,796	2 760,6	7,8940	2,524	2 758,5	7,7029	1,889	2 756,4	7,5662
160	3,983	2 799,6	7,9861	2,841	2 798,2	7,8284	1,984	2 796,2	7,6601
180	4,170	2 838,6	8,0742	2,975	2 837,5	7,9170	2,078	2 835,8	7,7495
200	4,356	2 877,7	8,1587	3,108	2 876,8	8,0019	2,172	2 875,4	7,8349
220	4,542	2 917,0	8,2399	3,241	2 916,2	8,0834	2,266	2 915,0	7,9169
240	4,728	2 956,4	8,3182	3,374	2 955,7	8,1619	2,359	2 954,6	7,9958
260	4,913	2 995,9	8,3939	3,507	2 995,3	8,2377	2,453	2 994,4	8,0719
280	5,099	3 035,7	8,4671	3,640	3 035,2	8,3111	2,546	3 034,4	8,1454
300	5,284	3 075,7	8,5380	3,772	3 075,2	8,3822	2,639	3 074,5	8,2166

TABLE 8

## (SUITE)

$p_{\text{bar}}$	1,5			2			2,5		
$t$ °C	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K
120	1,188	2 711,2	7,2693						
140	1,253	2 752,2	7,3709	0,9349	2 747,8	7,2298	0,7440	2 743,3	7,1183
160	1,317	2 792,7	7,4667	0,9840	2 789,1	7,3275	0,7840	2 785,5	7,2179
180	1,381	2 832,9	7,5574	1,0325	2 850,3	7,4639	0,8332	2 827,0	7,3115
200	1,444	2 872,9	7,6439	1,0804	2 870,5	7,5072	0,8620	2 868,0	7,4001
220	1,507	2 912,9	7,7266	1,1280	2 910,8	7,5907	0,9004	2 908,7	7,4845
240	1,570	2 952,9	7,8061	1,1753	2 951,1	7,6707	0,9834	2 949,3	7,5651
260	1,633	2 992,9	7,8826	1,2224	2 991,4	7,7477	0,9763	2 989,8	7,6425
280	1,695	3 033,0	7,9565	1,2693	3 031,7	7,8219	1,0140	3 030,3	7,7171
300	1,757	3 073,3	8,0280	1,3162	3 072,1	7,8937	1,0516	3 070,9	7,7891
320	1,819	3 113,7	8,0973	1,3629	3 112,6	7,9632	1,0891	3 111,5	7,8589
340	1,881	3 154,3	8,1646	1,4095	3 153,3	8,0307	1,1266	3 152,4	7,9266

$p_{\text{bar}}$	3			4			5		
$t$ °C	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K
140	0,6167	2 738,8	7,0254						
160	0,6506	2 781,8	7,1271	0,4837	2 774,2	6,9805	0,3835	2 766,4	6,8631
180	0,6837	2 824,0	7,2222	0,5093	2 817,8	7,0788	0,4045	2 811,4	6,9647
200	0,7164	2 865,5	7,3119	0,5343	2 860,4	7,1708	0,4250	2 855,1	7,0592
220	0,7486	2 906,6	7,3971	0,5589	2 902,3	7,2576	0,4450	2 898,0	7,1478
240	0,7805	2 947,5	7,4783	0,5831	2 943,9	7,3402	0,4647	2 940,1	7,2317
260	0,8123	2 988,2	7,5562	0,6072	2 985,1	7,4190	0,4841	2 981,9	7,3115
280	0,8438	3 028,9	7,6311	0,6311	3 026,2	7,4947	0,5034	3 023,4	7,3879
300	0,8753	3 069,7	7,7034	0,6549	3 067,2	7,5675	0,5226	3 064,8	7,4614
320	0,9066	3 110,5	7,7734	0,6785	3 108,3	7,6379	0,5416	3 106,1	7,5322
340	0,9379	3 151,4	7,8412	0,7021	3 149,4	7,7061	0,5605	3 147,4	7,6008
360	0,9691	3 192,4	7,9072	0,7256	3 190,6	7,7723	0,5795	3 188,8	7,6673
380	1,0003	3 233,7	7,9713	0,7491	3 232,1	7,8367	0,5984	3 230,4	7,7319
400	1,0314	3 275,2	8,0338	0,7725	3 273,6	7,8994	0,6172	3 272,1	7,7948
420	1,0625	3 316,8	8,0949	0,7959	3 315,4	7,9606	0,6359	3 314,0	7,8561
440	1,0935	3 358,8	8,1545	0,8192	3 357,4	8,0203	0,5547	3 356,1	7,9160
460	1,1245	3 400,9	8,2128	0,8426	3 399,7	8,0787	0,6734	3 398,4	7,9745
480	1,1556	3 443,3	8,2698	0,8659	3 442,1	8,1359	0,6921	3 441,0	8,0318
500	1,1865	3 486,0	8,3257	0,8892	3 484,9	8,1919	0,7108	3 483,8	8,0879

## (SUITE)

$P_{\text{bar}}$	6			8			10		
	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K
160	0,3165	2 758,2	6,7640						
180	0,3346	2 804,8	6,8691	0,2471	2 791,1	6,7122	0,1944	2 776,5	6,5835
200	0,3520	2 849,7	6,9662	0,2608	2 838,6	6,8148	0,2059	2 826,8	6,6922
220	0,3690	2 893,5	7,0567	0,2740	2 884,2	6,9094	0,2169	2 874,6	6,7911
240	0,3857	2 936,4	7,1419	0,2869	2 928,6	6,9976	0,2276	2 920,6	6,8825
260	0,4021	2 978,7	7,2228	0,2995	2 972,1	7,0807	0,2379	2 965,2	6,9680
280	0,4183	3 020,6	7,3000	0,3119	3 014,9	7,1595	0,2480	3 009,0	7,0485
300	0,4344	3 062,3	7,3740	0,3241	3 057,3	7,2348	0,2580	3 052,1	7,1251
320	0,4504	3 103,9	7,4454	0,3363	3 099,4	7,3070	0,2678	3 094,9	7,1984
340	0,4663	3 145,4	7,5143	0,3483	3 141,4	7,3767	0,2776	3 137,4	7,2689
360	0,4821	3 187,0	7,5810	0,3603	3 183,4	7,4441	0,2873	3 179,7	7,3368
380	0,4979	3 228,7	7,6459	0,3723	3 225,4	7,5094	0,2969	3 222,0	7,4027
400	0,5136	3 270,6	7,7090	0,3842	3 267,5	7,5729	0,3065	3 264,4	7,4665
420	0,5293	3 312,6	7,7705	0,3960	3 309,7	7,6347	0,3160	3 306,9	7,5287
440	0,5450	3 354,8	7,8305	0,4078	3 352,1	7,6950	0,3256	3 349,5	7,5893
460	0,5606	3 397,2	7,8891	0,4196	3 394,7	7,7539	0,3350	3 392,2	7,6484
480	0,5762	3 439,8	7,9465	0,4314	3 437,5	7,8115	0,3445	3 435,1	7,7062
500	0,5918	3 482,7	8,0027	0,4432	3 480,5	7,8678	0,3540	3 478,3	7,7627
520	0,6074	3 525,8	8,0577	0,4549	3 523,7	7,9230	0,3634	3 521,6	7,8181

$P_{\text{bar}}$	12			14			16		
	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K
200	0,1692	2 814,4	6,5872	0,1429	2 801,4	6,4941			
220	0,1788	2 864,5	6,6909	0,1515	2 854,0	6,6030	0,1310	2 843,1	6,5237
240	0,1879	2 912,2	6,7858	0,1596	2 903,6	6,7016	0,1383	2 894,7	6,6263
260	0,1968	2 958,2	6,8738	0,1674	2 951,0	6,7922	0,1453	2 943,6	6,7198
280	0,2054	3 003,0	6,9562	0,1749	2 996,9	6,8766	0,1521	2 990,6	6,8063
300	0,2139	3 046,9	7,0342	0,1823	3 041,6	6,9561	0,1587	3 036,2	6,8873
320	0,2222	3 090,3	7,1085	0,1896	3 085,6	7,0315	0,1651	3 080,9	6,9639
340	0,2304	3 133,2	7,1798	0,1967	3 129,1	7,1036	0,1714	3 124,9	7,0369
360	0,2386	3 176,0	7,2484	0,2038	3 172,3	7,1729	0,1777	3 168,5	7,1069
380	0,2467	3 218,7	7,3147	0,2108	3 215,3	7,2398	0,1838	3 211,8	7,1743
400	0,2547	3 261,3	7,3790	0,2177	3 258,2	7,3045	0,1900	3 255,0	7,2394
420	0,2627	3 304,0	7,4415	0,2246	3 301,1	7,3673	0,1961	3 298,2	7,3026
440	0,2707	3 346,8	7,5024	0,2315	3 344,1	7,4285	0,2021	3 341,4	7,3641
460	0,2787	3 389,7	7,5618	0,2384	3 387,2	7,4881	0,2082	3 384,7	7,4240
480	0,2866	3 432,8	7,6198	0,2452	3 430,5	7,5463	0,2142	3 428,1	7,4824
500	0,2945	3 476,1	7,6765	0,2520	3 473,9	7,6032	0,2202	3 471,7	7,5395
520	0,3024	3 519,6	7,7320	0,2588	3 517,5	7,6589	0,2261	3 515,4	7,5954
540	0,3103	3 563,3	7,7864	0,2656	3 561,3	7,7135	0,2321	3 559,4	7,6501
560	0,3142	3 585,2	7,8132	0,2724	3 605,4	7,7670	0,2380	3 603,5	7,7037

## (SUITE)

$P_{\text{bar}}$	18			20			25		
$t$ °C	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K
220	0,1150	2 831,7	6,4509	0,1021	2 819,9	6,3829			
240	0,1217	2 885,4	6,5577	0,1084	2 875,9	6,4943	0,08436	2 850,5	6,3517
260	0,1282	2 935,9	6,6543	0,1144	2 928,1	6,5941	0,08951	2 907,4	6,4605
280	0,1343	2 984,1	6,7430	0,1200	2 977,5	6,6852	0,09433	2 960,3	6,5580
300	0,1402	3 030,7	6,8257	0,1255	3 025,0	6,7696	0,09893	3 010,4	6,6470
320	0,1460	3 076,1	6,9035	0,1308	3 071,2	6,8487	0,10335	3 058,6	6,7296
340	0,1517	3 120,6	6,9774	0,1360	3 116,3	6,9235	0,1076	3 105,3	6,8071
360	0,1573	3 164,7	7,0481	0,1411	3 160,8	6,9950	0,1118	3 151,0	6,8804
380	0,1629	3 208,4	7,1160	0,1461	3 204,9	7,0635	0,1160	3 196,1	6,9505
400	0,1684	3 251,9	7,1816	0,1511	3 248,7	7,1296	0,1200	3 240,7	7,0178
420	0,1738	3 295,3	7,2452	0,1561	3 292,4	7,1935	0,1241	3 285,0	7,0827
440	0,1793	3 338,7	7,3070	0,1610	3 336,0	7,2555	0,1281	3 329,2	7,1455
460	0,1847	3 382,2	7,3671	0,1659	3 379,7	7,3159	0,1320	3 373,3	7,2066
480	0,1900	3 425,8	7,4257	0,1707	3 423,4	7,3748	0,1360	3 417,5	7,2660
500	0,1954	3 469,5	7,4830	0,1756	3 467,3	7,4323	0,1399	3 461,7	7,3240
520	0,2007	3 513,4	7,5391	0,1804	3 511,3	7,4885	0,1438	3 506,1	7,3806
540	0,2060	3 557,4	7,5939	0,1852	3 555,5	7,5435	0,1477	3 550,6	7,4360
560	0,2113	3 601,7	7,6477	0,1900	3 599,9	7,5974	0,1515	3 595,2	7,4903
580	0,2166	3 646,2	7,7004	0,1947	3 644,4	7,6503	0,1554	3 640,1	7,5434

$P_{\text{bar}}$	30			35			40		
$t$ °C	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K
240	0,06816	2 822,9	6,2241						
260	0,07283	2 885,1	6,3432	0,06082	2 861,3	6,2360	0,05172	2 835,6	6,1353
280	0,07712	2 942,0	6,4479	0,06477	2 922,6	6,3490	0,05544	2 902,0	6,2576
300	0,08116	2 995,1	6,5422	0,06842	2 979,0	6,4491	0,05883	2 962,0	6,3642
320	0,08500	3 045,4	6,6285	0,07187	3 031,8	6,5396	0,06200	3 017,5	6,4593
340	0,08871	3 093,9	6,7088	0,07517	3 082,0	6,6230	0,06499	3 069,8	6,5461
360	0,09232	3 140,9	6,7844	0,07836	3 130,6	6,7009	0,06787	3 119,9	6,6265
380	0,09584	3 187,0	6,8561	0,08146	3 177,8	6,7744	0,07066	3 168,4	6,7019
400	0,09931	3 232,5	6,9246	0,08449	3 224,2	6,8443	0,07338	3 215,7	6,7733
420	0,1027	3 277,5	6,9906	0,08748	3 270,0	6,9113	0,07604	3 262,3	6,8414
440	0,1061	3 322,3	7,0543	0,09043	3 315,4	6,9759	0,07866	3 308,3	6,9069
460	0,1095	3 367,0	7,1160	0,09334	3 360,5	7,0384	0,08125	3 354,0	6,9702
480	0,1128	3 411,6	7,1760	0,09622	3 405,6	7,0990	0,08381	3 399,6	7,0314
500	0,1161	3 456,2	7,2345	0,09909	3 450,6	7,1580	0,08634	3 445,0	7,0909
520	0,1194	3 500,9	7,2916	0,10193	3 495,6	7,2155	0,08886	3 490,4	7,1489
540	0,1226	3 545,7	7,3474	0,1048	3 540,8	7,2717	0,09135	3 535,8	7,2055
560	0,1259	3 590,6	7,4020	0,1076	3 586,0	7,3266	0,09384	3 581,4	7,2608
580	0,1291	3 635,7	7,4554	0,1104	3 631,4	7,3804	0,09631	3 627,0	7,3149
600	0,1323	3 681,0	7,5079	0,1132	3 676,9	7,4332	0,09876	3 672,8	7,3680
620	0,1356	3 726,5	7,5594	0,1159	3 722,6	7,4849	0,10121	3 718,7	7,4200

## (SUITE)

$P_{\text{bar}}$	45			50			55		
	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K
260	0,04454	2 807,9	6,0382						
280	0,04813	2 880,2	6,1714	0,04222	2 856,9	6,0886	0,03732	2 831,9	6,0074
300	0,05134	2 944,2	6,2852	0,04530	2 925,5	6,2105	0,04032	2 905,8	6,1388
320	0,05429	3 002,6	6,3854	0,04810	2 987,2	6,3163	0,04301	2 971,0	6,2507
340	0,05706	3 057,2	6,4758	0,05070	3 044,1	6,4106	0,04547	3 030,5	6,3494
360	0,05970	3 108,9	6,5589	0,05316	3 097,6	6,4966	0,04779	3 086,0	6,4384
380	0,06225	3 158,7	6,6363	0,05551	3 148,8	6,5762	0,04999	3 138,7	6,5203
400	0,06472	3 207,1	6,7093	0,05779	3 198,3	6,6508	0,05211	3 189,3	6,5967
420	0,06714	3 254,5	6,7787	0,06001	3 246,6	6,7215	0,05417	3 238,5	6,6687
440	0,06951	3 301,2	6,8451	0,06218	3 294,0	6,7890	0,05618	3 286,7	6,7374
460	0,07184	3 347,5	6,9092	0,06431	3 340,9	6,8538	0,05815	3 334,2	6,8030
480	0,07415	3 393,5	6,9711	0,06642	3 387,4	6,9164	0,06009	3 381,3	6,8663
500	0,07643	3 439,3	7,0311	0,06849	3 433,7	6,9770	0,06200	3 428,0	6,9275
520	0,07869	3 485,1	7,0896	0,07055	3 479,8	7,0360	0,06389	3 474,5	6,9869
540	0,08093	3 530,9	7,1466	0,07259	3 525,9	7,0934	0,06576	3 520,9	7,0448
560	0,08316	3 576,7	7,2022	0,07461	3 572,0	7,1494	0,06762	3 567,4	7,1012
580	0,08537	3 622,6	7,2567	0,07662	3 618,2	7,2042	0,06946	3 613,8	7,1563
600	0,08757	3 668,6	7,3100	0,07862	3 664,5	7,2578	0,07129	3 660,4	7,2102
620	0,08976	3 714,8	7,3623	0,08060	3 710,9	7,3103	0,07311	3 707,0	7,2630
640	0,09194	3 761,1	7,4135	0,08258	3 757,4	7,3618	0,07491	3 753,8	7,3147

$P_{\text{bar}}$	60			70			80		
	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K
300	0,03317	2 804,9	5,9270	0,02946	2 839,4	5,9327	0,02426	2 786,8	5,7942
320	0,03614	2 885,0	6,0692	0,03198	2 918,3	6,0681	0,02681	2 878,7	5,9519
340	0,03874	2 954,2	6,1880	0,03420	2 987,0	6,1820	0,02896	2 955,3	6,0790
360	0,04111	3 016,5	6,2913	0,03623	3 049,1	6,2817	0,03088	3 022,7	6,1872
380	0,04330	3 074,0	6,3836	0,03812	3 106,7	6,3714	0,03265	3 084,2	6,2828
400	0,04539	3 128,3	6,4680	0,03992	3 161,2	6,4536	0,03431	3 141,6	6,3694
420	0,04738	3 180,1	6,5462	0,04165	3 213,5	6,5301	0,03589	3 196,2	6,4493
440	0,04931	3 230,3	6,6196	0,04331	3 264,2	6,6022	0,03740	3 248,7	6,5240
460	0,05118	3 279,3	6,6893	0,04494	3 313,7	6,6707	0,03887	3 299,7	6,5945
480	0,05302	3 327,4	6,7559	0,04653	3 362,4	6,7362	0,04030	3 349,6	6,6617
500	0,05482	3 375,0	6,8199	0,04809	3 410,6	6,7993	0,04170	3 398,8	6,7262
520	0,05659	3 422,2	6,8818	0,04962	3 458,3	6,8603	0,04308	3 447,4	6,7883
540	0,06008	3 515,9	7,0000	0,05114	3 505,9	6,9195	0,04443	3 495,7	6,8484
560	0,06179	3 562,7	7,0568	0,05264	3 553,3	6,9771	0,04577	3 543,8	6,9068
580	0,06349	3 609,4	7,1122	0,05412	3 600,6	7,0332	0,04709	3 591,7	6,9636
600	0,06518	3 656,2	7,1664	0,05559	3 647,9	7,0880	0,04839	3 639,5	7,0191
620	0,06686	3 703,1	7,2195	0,05705	3 695,2	7,1416	0,04969	3 687,4	7,0732
640	0,06853	3 750,0	7,2715	0,05850	3 742,6	7,1941	0,05097	3 735,2	7,1262
660	0,07019	3 797,1	7,3225	0,05994	3 790,1	7,2456	0,05225	3 783,1	7,1781
680	0,07184	3 844,3	7,3725	0,06137	3 837,7	7,2960	0,05351	3 831,1	7,2290
700	0,07348	3 891,7	7,4217	0,06279	3 885,4	7,3456	0,05477	3 879,2	7,2790

## (SUITE)

$P_{\text{bar}}$	90			100			110		
	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K
$t$ °C									
320	0,02269	2 834,3	5,8355	0,01926	2 783,5	5,7145	0,01628	2 723,5	5,5835
340	0,02484	2 920,9	5,9792	0,02147	2 883,4	5,8803	0,01864	2 841,7	5,7797
360	0,02669	2 994,7	6,0976	0,02331	2 964,8	6,0110	0,02049	2 932,8	5,9259
380	0,02837	3 060,5	6,2000	0,02493	3 035,7	6,1213	0,02208	3 009,6	6,0454
400	0,02993	3 121,2	6,2915	0,02641	3 099,9	6,2182	0,02351	3 077,8	6,1483
420	0,03140	3 178,2	6,3750	0,02779	3 159,7	6,3057	0,02483	3 140,5	6,2401
440	0,03280	3 232,7	6,4525	0,02911	3 216,2	6,3861	0,02608	3 199,4	6,3238
460	0,03415	3 285,3	6,5252	0,03036	3 270,5	6,4612	0,02726	3 255,5	6,4014
480	0,03546	3 336,5	6,5942	0,03158	3 323,2	6,5321	0,02840	3 309,6	6,4742
500	0,03674	3 386,8	6,6600	0,03276	3 374,6	6,5994	0,02950	3 362,2	6,5432
520	0,03799	3 436,3	6,7234	0,03391	3 425,1	6,6640	0,03058	3 413,8	6,6091
540	0,03922	3 485,4	6,7845	0,03504	3 475,1	6,7261	0,03162	3 464,6	6,6723
560	0,04042	3 534,2	6,8437	0,03615	3 524,5	6,7863	0,03265	3 514,8	6,7334
580	0,04162	3 582,7	6,9013	0,03724	3 573,7	6,8446	0,03366	3 564,6	6,7925
600	0,04280	3 631,1	6,9574	0,03832	3 622,7	6,9013	0,03466	3 614,2	6,8499
620	0,04396	3 679,5	7,0121	0,03939	3 671,6	6,9567	0,03564	3 663,6	6,9058
640	0,04512	3 727,8	7,0656	0,04044	3 720,4	7,0107	0,03661	3 712,9	6,9604
660	0,04627	3 776,1	7,1180	0,04148	3 769,1	7,0635	0,03757	3 762,1	7,0137
680	0,04741	3 824,5	7,1693	0,04252	3 817,9	7,1153	0,03852	3 811,3	7,0659
700	0,04853	3 873,0	7,2196	0,04355	3 866,8	7,1660	0,03947	3 860,5	7,1170

$P_{\text{bar}}$	120			140			160		
	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K
$t$ °C									
340	0,01619	2 794,7	5,6747	0,01200	2 675,7	5,4348	0,01104	2 716,5	5,4634
360	0,01811	2 898,1	5,8408	0,01421	2 818,1	5,6636	0,01287	2 851,1	5,6729
380	0,01969	2 982,0	5,9712	0,01586	2 921,4	5,8243	0,01427	2 951,3	5,8240
400	0,02108	3 054,8	6,0810	0,01723	3 005,6	5,9513	0,01546	3 034,2	5,9455
420	0,02236	3 120,7	6,1775	0,01844	3 079,0	6,0588	0,01653	3 107,5	6,0497
440	0,02355	3 182,0	6,2647	0,01955	3 145,8	6,1538	0,01751	3 174,5	6,1425
460	0,02467	3 240,0	6,3450	0,02059	3 208,1	6,2399	0,01842	3 237,4	6,2270
480	0,02575	3 295,7	6,4199	0,02157	3 267,1	6,3194	0,01929	3 297,1	6,3054
500	0,02679	3 349,6	6,4906	0,02251	3 323,8	6,3937	0,02013	3 354,6	6,3787
520	0,02779	3 402,3	6,5578	0,02342	3 378,8	6,4639	0,02093	3 410,3	6,4481
540	0,02877	3 454,0	6,6222	0,02429	3 432,4	6,5307	0,02171	3 464,8	6,5143
560	0,02973	3 505,0	6,6842	0,02515	3 485,1	6,5947	0,02246	3 518,3	6,5777
580	0,03068	3 555,5	6,7441	0,02598	3 537,0	6,6563	0,02320	3 571,0	6,6389
600	0,03160	3 605,7	6,8022	0,02680	3 588,5	6,7159	0,02393	3 623,3	6,6980
620	0,03252	3 655,6	6,8588	0,02761	3 639,5	6,7737	0,02464	3 675,1	6,7554
640	0,03342	3 705,4	6,9139	0,02840	3 690,3	6,8299	0,02534	3 726,6	6,8112
660	0,03431	3 755,0	6,9677	0,02919	3 740,9	6,8847	0,02603	3 778,0	6,8656
680	0,03519	3 804,7	7,0203	0,02996	3 791,3	6,9383	0,02672	3 829,1	6,9188
700	0,03607	3 854,3	7,0718	0,03072	3 841,7	6,9906	0,02739	3 880,2	6,9707
720	0,03693	3 903,9	7,1222	0,03148	3 892,0	7,0417			

## (SUITE)

$P_{\text{bar}}$	180			200			220		
	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K
360	0,008104	2 569,1	5,2002						
380	0,010405	2 766,6	5,5079	0,008245	2 660,2	5,3165	0,006111	2 504,4	5,0559
400	0,011913	2 890,3	5,6947	0,009947	2 820,5	5,5585	0,008251	2 738,8	5,4102
420	0,013115	2 985,8	5,8345	0,011197	2 932,9	5,7232	0,009588	2 874,6	5,6091
440	0,01416	3 066,9	5,9498	0,01224	3 023,7	5,8523	0,010645	2 977,5	5,7556
460	0,01510	3 139,4	6,0502	0,01315	3 102,7	5,9616	0,01155	3 064,0	5,8753
480	0,01597	3 206,5	6,1405	0,01399	3 174,4	6,0581	0,01237	3 141,0	5,9789
500	0,01678	3 269,6	6,2232	0,01477	3 241,1	6,1456	0,01312	3 211,7	6,0716
520	0,01756	3 329,8	6,3000	0,01551	3 304,2	6,2262	0,01382	3 278,0	6,1563
540	0,01831	3 387,8	6,3722	0,01621	3 364,7	6,3015	0,01449	3 341,0	6,2347
560	0,01903	3 444,1	6,4407	0,01688	3 423,0	6,3724	0,01512	3 401,6	6,3083
580	0,01972	3 499,2	6,5061	0,01753	3 479,9	6,4398	0,01574	3 460,2	6,3779
600	0,02040	3 553,4	6,5688	0,01816	3 535,5	6,5043	0,01633	3 517,4	6,4441
620	0,02107	3 606,8	6,6294	0,01878	3 590,3	6,5663	0,01690	3 573,5	6,5076
640	0,02172	3 658,9	6,6880	0,01938	3 644,3	6,6261	0,01746	3 628,7	6,5688
660	0,02235	3 712,3	6,7449	0,01996	3 697,9	6,6841	0,01801	3 683,3	6,6279
680	0,02298	3 764,5	6,8002	0,02054	3 751,0	6,7405	0,01855	3 737,4	6,6853
700	0,02360	3 816,5	6,8542	0,02111	3 803,8	6,7953	0,01907	3 791,1	6,7410
720	0,02421	3 868,3	6,9069	0,02167	3 856,4	6,8488	0,01959	3 844,5	6,7953
740	0,02482	3 920,0	6,9585	0,02222	3 908,8	6,9011	0,02010	3 897,6	6,8483

$P_{\text{bar}}$	240			260			280		
	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K	$v$ m <sup>3</sup> /kg	$h$ kJ/kg	$s$ kJ/kg/K
400	0,006739	2 641,2	5,2431	0,005281	2 511,7	5,0326	0,003822	2 330,7	4,7504
420	0,008205	2 809,5	5,4896	0,006992	2 736,5	5,3624	0,005913	2 654,4	5,2254
440	0,009297	2 927,9	5,6581	0,008136	2 874,4	5,5587	0,007122	2 816,5	5,4562
460	0,010206	3 023,4	5,7903	0,009056	2 980,6	5,7056	0,008060	2 935,4	5,6207
480	0,011007	3 106,3	5,9019	0,009850	3 070,3	5,8264	0,008853	3 032,9	5,7519
500	0,011737	3 181,4	6,0003	0,010565	3 150,2	5,9311	0,009557	3 118,1	5,8636
520	0,01242	3 251,1	6,0893	0,01122	3 223,6	6,0249	0,01020	3 195,4	5,9623
540	0,01305	3 316,9	6,1713	0,01184	3 292,3	6,1104	0,01079	3 267,2	6,0518
560	0,01366	3 379,7	6,2476	0,01242	3 357,5	6,1897	0,01136	3 335,0	6,1341
580	0,01424	3 440,3	6,3194	0,01297	3 420,1	6,2639	0,01189	3 399,6	6,2108
600	0,01480	3 499,1	6,3876	0,01351	3 480,6	6,3340	0,01240	3 461,9	6,2829
620	0,01534	3 556,6	6,4527	0,01402	3 539,5	6,4007	0,01289	3 522,3	6,3514
640	0,01587	3 613,1	6,5152	0,01452	3 597,2	6,4646	0,01337	3 581,3	6,4167
660	0,01638	3 668,7	6,5755	0,01500	3 654,0	6,5261	0,01382	3 639,2	6,4794
680	0,01688	3 723,8	6,6338	0,01548	3 710,0	6,5855	0,01427	3 696,3	6,5399
700	0,01738	3 778,3	6,6905	0,01594	3 765,5	6,6431	0,01471	3 752,6	6,5984
720	0,01786	3 832,5	6,7456	0,01640	3 820,5	6,6990	0,01514	3 808,4	6,6552
740	0,01834	3 886,3	6,7993	0,01684	3 875,1	6,7534	0,01557	3 863,8	6,7103
760	0,01881	3 939,9	6,8517	0,01729	3 929,3	6,8065	0,01598	3 918,7	6,7641
780	0,01927	3 993,3	6,9029	0,01772	3 983,4	6,8583	0,01640	3 973,4	6,8165





CARACTERISTIQUES DANS LES CONDITIONS DE SATURATION DU CO<sub>2</sub>

$t$ °C	$p$ bars	$v_l$ m <sup>3</sup> /kg	$v_v$ m <sup>3</sup> /kg	$h_l$ kJ/kg	$h_v$ kJ/kg	$L_{lv}$ kJ/kg	$s_l$ kJ/kg/K	$s_v$ kJ/kg/K
-56,6	5,18	0,000849	0,072220	-117,4	230,6	348,0	-0,4815	1,1405
-55	5,55	0,000853	0,067620	-114,2	231,2	345,4	-0,4534	1,1304
-50	6,84	0,000867	0,055407	-104,6	232,7	337,3	-0,4103	1,1015
-45	8,33	0,000881	0,045809	-95,0	234,0	329,0	-0,3684	1,0739
-40	10,05	0,000897	0,038164	-85,5	235,2	320,7	-0,3274	1,0480
-35	12,02	0,000913	0,032008	-76,2	236,1	312,3	-0,2872	1,0228
-30	14,27	0,000931	0,027001	-66,2	236,8	303,0	-0,2479	0,9986
-25	16,81	0,000950	0,022885	-56,4	237,3	293,7	-0,2089	0,9747
-20	19,67	0,000971	0,019466	-46,3	237,5	283,8	-0,1700	0,9512
-15	22,89	0,000994	0,016609	-35,8	237,4	273,2	-0,1298	0,9286
-10	26,47	0,001019	0,014194	-24,7	237,0	261,7	-0,0892	0,9056
-5	30,45	0,001048	0,012141	-12,9	236,2	249,1	-0,0460	0,8830
0	34,85	0,001081	0,010383	0,0	235,0	235,0	0,0000	0,8604
+5	39,72	0,001100	0,008850	+13,0	232,2	219,2	+0,0431	0,8311
+10	45,06	0,001166	0,007519	+27,2	228,6	201,3	+0,0913	0,8026
+15	50,93	0,001223	0,006323	+42,3	222,6	180,3	+0,1424	0,7683
+20	57,33	0,001297	0,005269	+58,6	213,9	155,3	+0,1959	0,7299
+25	64,32	0,001417	0,004167	+78,7	198,2	119,5	+0,2629	0,6636
+30	71,92	0,001680	0,002979	+108,5	171,5	63,0	+0,3576	0,5664
+31,1	73,76	0,002160	0,002160	+139,8	139,8	0,0	+0,4601	0,4601

TABLE 9

CARACTERISTIQUES DANS LES CONDITIONS DE SATURATION DE NH<sub>3</sub>

$t$ °C	$p$ bars	$v_l$ m <sup>3</sup> /kg	$v_v$ m <sup>3</sup> /kg	$h_l$ kJ/kg	$h_v$ kJ/kg	$L_{lv}$ kJ/kg	$s_l$ kJ/kg/K	$s_v$ kJ/kg/K
-70	0,1092	0,0013788	9,009	-310,2	1 154,3	1 464,5	-1,3071	5,9038
-60	0,2189	0,0014010	4,699	-268,0	1 172,3	1 440,3	-1,1028	5,6539
-50	0,4087	0,0014245	2,623	-224,8	1 189,5	1 414,3	-0,8867	5,4336
-45	0,5454	0,0014367	2,0015	-203,1	1 197,8	1 400,9	-0,8101	5,3331
-40	0,7176	0,0014493	1,5503	-180,5	1 206,2	1 386,7	-0,7138	5,2377
-35	0,9319	0,0014623	1,2151	-158,7	1 214,3	1 373,0	-0,6196	5,1473
-30	1,1954	0,0014757	0,9630	-136,4	1 222,2	1 358,6	-0,5267	5,0618
-25	1,5161	0,0014895	0,7712	-114,0	1 229,7	1 343,7	-0,4354	4,9806
-20	1,902	0,0015037	0,6235	-91,4	1 237,0	1 328,4	-0,3458	4,9027
-15	2,363	0,0015187	0,5087	-68,7	1 244,0	1 312,7	-0,2575	4,8282
-10	2,909	0,0015338	0,4185	-45,9	1 250,5	1 296,4	-0,1704	4,7570
-5	3,549	0,0015490	0,3469	-23,0	1 256,6	1 279,6	-0,0846	4,6888
0	4,294	0,0015660	0,2897	0,0	1 264,4	1 264,4	0,0000	4,6226
5	5,157	0,0015831	0,2435	+ 23,2	1 267,8	1 244,6	+0,0834	4,5590
10	6,150	0,0016008	0,2058	+ 46,5	1 272,6	1 226,1	+0,1662	4,4970
15	7,283	0,0016193	0,1749	+ 70,0	1 276,9	1 206,9	+0,2479	4,4372
20	8,572	0,0016386	0,1494	+ 93,7	1 280,9	1 187,2	+0,3287	4,3790
25	10,027	0,0016588	0,1283	+117,6	1 284,3	1 166,7	+0,4086	4,3225
30	11,665	0,0016800	0,1107	+141,7	1 287,1	1 153,8	+0,4878	4,2668
35	13,499	0,0017023	0,0959	+166,0	1 289,4	1 123,4	+0,5661	4,2123
40	15,543	0,0017257	0,0833	+190,6	1 291,1	1 100,5	+0,6439	4,1587
45	17,813	0,0017504	0,0726	+215,2	1 292,0	1 076,8	+0,7210	4,1060
50	20,326	0,0017775	0,0635	+240,3	1 292,5	1 052,2	+0,7972	4,0541
55	23,10	0,001806	0,0557	+265,4	1 292,9	1 027,5	+0,8763	4,0051
60	26,14	0,001838	0,0489	+291,4	1 292,0	1 000,6	+0,9546	3,9544
65	29,48	0,001870	0,0431	+318,6	1 290,4	971,8	+1,0328	3,9239
70	33,12	0,001905	0,0379	+346,2	1 286,6	940,4	+1,1095	3,8502
132,4	112,97	0,00425	0,00425	+879,2	879,2	0,0	2,428	2,428

TABLE 10

CARACTERISTIQUES DANS LES CONDITIONS DE SATURATION DU FREON 11 (CCl<sub>3</sub>F)

$t$ °C	$p$ bars	$v_l$ m <sup>3</sup> /kg	$v_v$ m <sup>3</sup> /kg	$h_l$ kJ/kg	$h_v$ kJ/kg	$L_{lv}$ kJ/kg	$s_l$ kJ/kg/K	$s_v$ kJ/kg/K
-60	0,0127	0,000600	9,96	-49,2	160,6	209,8	-0,2047	0,7813
-50	0,0263	0,000607	5,10	-41,1	165,4	206,5	-0,1671	0,7591
-40	0,051	0,000617	2,760	-33,2	170,3	203,5	-0,1315	0,7411
-35	0,069	0,000621	2,006	-29,1	172,7	201,8	-0,1143	0,7335
-30	0,092	0,000625	1,533	-25,0	175,3	200,3	-0,0976	0,7260
-25	0,122	0,000629	1,211	-20,9	177,7	198,6	-0,0804	0,7201
-20	0,157	0,000633	0,963	-16,7	180,3	197,0	-0,0636	0,7147
-15	0,201	0,000638	0,775	-12,6	182,8	195,4	-0,0477	0,7092
-10	0,256	0,000643	0,616	- 8,4	185,3	193,7	-0,0318	0,7042
- 5	0,323	0,000647	0,496	- 4,2	187,9	192,1	-0,0159	0,7005
0	0,402	0,000652	0,405	0,0	190,4	190,4	0,0000	0,6971
5	0,496	0,000657	0,333	+ 4,2	192,9	188,7	+0,0151	0,6938
10	0,605	0,000662	0,277	+ 8,5	195,5	187,0	+0,0301	0,6908
15	0,735	0,000667	0,231	+12,7	197,9	185,2	+0,0452	0,6887
20	0,887	0,000672	0,194	+17,0	200,6	183,6	+0,0599	0,6858
25	1,061	0,000678	0,165	+21,4	203,1	181,7	+0,0745	0,6837
30	1,163	0,000683	0,140	+25,7	205,5	179,8	+0,0892	0,6824
35	1,487	0,000689	0,120	+30,1	208,0	177,9	+0,1034	0,6808
40	1,748	0,000695	0,103	+34,5	210,5	176,0	+0,1176	0,6795
50	2,357	0,000707	0,077	+43,5	215,3	171,8	+0,1461	0,6778
60	3,10	0,000718	0,059	+52,4	220,2	167,8	+0,1733	0,6762

TABLE 11

CARACTERISTIQUES DANS LES CONDITIONS DE SATURATION DU FREON 12 ( $\text{CCl}_2\text{F}_2$ )

$t$ °C	$p$ bars	$v_l$ m <sup>3</sup> /kg	$v_v$ m <sup>3</sup> /kg	$h_l$ kJ/kg	$h_v$ kJ/kg	$L_{lv}$ kJ/kg	$s_l$ kJ/kg/K	$s_v$ kJ/kg/K
-70	0,123	0,000623	1,126	-59,3	120,9	180,2	-0,24911	0,63719
-65	0,169	0,000629	0,841	-55,5	123,1	176,6	-0,23027	0,62806
-60	0,227	0,000635	0,639	-51,6	125,6	177,2	-0,21160	0,61990
-55	0,301	0,000641	0,493	-47,6	128,1	175,7	-0,19314	0,61240
-50	0,392	0,000647	0,385	-43,6	130,5	174,1	-0,17481	0,60575
-45	0,505	0,000653	0,305	-39,5	133,0	172,5	-0,15675	0,59972
-40	0,642	0,000659	0,244	-35,4	135,5	170,9	-0,13879	0,59423
-35	0,808	0,000666	0,1973	-31,2	137,9	169,1	-0,12100	0,58942
-30	1,003	0,000674	0,1613	-26,9	140,4	167,3	-0,10333	0,58511
-25	1,237	0,000679	0,1331	-22,6	142,9	165,5	-0,09232	0,58037
-20	1,510	0,000687	0,1107	-18,2	145,3	163,5	-0,06845	0,57769
-15	1,83	0,000694	0,0927	-13,7	147,8	161,5	-0,05116	0,57455
-10	2,19	0,000702	0,0781	-9,2	150,2	159,4	-0,03400	0,57179
-5	2,61	0,000709	0,0685	-4,7	152,5	157,2	-0,01696	0,56932
0	3,08	0,000717	0,0567	0,0	154,9	154,9	0,00000	0,56714
5	3,62	0,000726	0,0486	+4,71	157,2	152,2	+0,01683	0,56509
10	4,23	0,000734	0,0420	+9,5	159,4	149,9	+0,03362	0,56333
15	4,91	0,000743	0,0365	+14,3	161,6	147,3	+0,05028	0,56162
20	5,67	0,000752	0,0317	+19,2	163,8	144,6	+0,06690	0,56011
25	6,51	0,000763	0,0277	+24,2	165,8	141,6	+0,08344	0,55869
30	7,43	0,000773	0,0243	+29,2	167,8	138,6	+0,09994	0,55726
35	8,46	0,000785	0,0214	+34,2	169,6	135,4	+0,11631	0,55571
40	9,58	0,000797	0,0188	+39,4	171,4	132,0	+0,13260	0,55416
45	10,80	0,000810	0,0166	+44,6	173,0	128,4	+0,14888	0,55253
50	12,15	0,000824	0,0146	+49,9	174,4	124,6	+0,16509	0,55086
55	13,60	0,000841	0,0132	+55,5	176,4	120,9	+0,18196	0,54952
60	15,18	0,000857	0,0117	+61,0	177,9	116,9	+0,19829	0,54855
65	16,88	0,000874	0,0104	+66,7	179,3	112,6	+0,21462	0,54772
70	18,73	0,000894	0,00919	+72,4	180,4	108,0	+0,23107	0,54587
75	20,71	0,000915	0,00814	+78,3	181,3	103,0	+0,24752	0,53985
80	22,84	0,000940	0,00723	+84,3	182,0	97,7	+0,26419	0,53681
90	27,56	0,00100	0,00564	+96,8	181,7	87,5	+0,29789	0,53181
100	32,96	0,00110	0,00437	+110,4	178,0	67,6	+0,33306	0,51422

TABLE 12

CARACTERISTIQUES DANS LES CONDITIONS DE SATURATION DU FREON 22 (CHClF<sub>2</sub>)

$t$ °C	$p$ bars	$v_g$ m <sup>3</sup> /kg	$v_v$ m <sup>3</sup> /kg	$h_g$ kJ/kg	$h_v$ kJ/kg	$L_{g,v}$ kJ/kg	$s_g$ kJ/kg/K	$s_v$ kJ/kg/K
-100	0,0206	0,000641	8,34	-108,4	158,8	267,2	-0,4907	1,0517
-95	0,0314	0,000646	5,94	-103,1	161,2	264,3	-0,4605	1,0228
-90	0,0479	0,000651	3,63	-97,8	163,7	261,5	-0,4312	0,9965
-85	0,0711	0,000656	2,52	-92,5	166,2	258,7	-0,4028	0,9722
-80	0,1030	0,000661	1,77	-87,3	168,7	256,0	-0,3751	0,9504
-75	0,147	0,000666	1,28	-82,1	171,2	253,3	-0,3488	0,9295
-70	0,205	0,000671	0,940	-76,9	173,7	250,6	-0,3224	0,9111
-65	0,279	0,000677	0,703	-71,6	176,2	247,8	-0,2973	0,8935
-60	0,375	0,000682	0,535	-66,4	178,7	245,1	-0,2730	0,8767
-55	0,496	0,000688	0,414	-61,0	181,2	242,2	-0,2483	0,8625
-50	0,647	0,000695	0,323	-55,7	183,8	239,5	-0,2240	0,8491
-45	0,833	0,000702	0,256	-50,3	186,4	236,6	-0,1997	0,8374
-40	1,055	0,000709	0,205	-44,9	188,9	233,8	-0,1763	0,8265
-35	1,329	0,000715	0,165	-39,4	191,3	230,7	-0,1528	0,8156
-30	1,647	0,000723	0,135	-33,9	193,6	227,5	-0,1298	0,8060
-25	2,02	0,000732	0,112	-28,3	196,0	224,3	-0,1076	0,7963
-20	2,46	0,000741	0,0929	-23,5	198,2	221,7	-0,0854	0,7871
-15	2,97	0,000749	0,0778	-17,1	200,6	217,7	-0,0641	0,7792
-10	3,56	0,000758	0,0654	-11,5	202,9	214,4	-0,0427	0,7720
-5	4,24	0,000768	0,0554	-5,9	204,9	210,8	-0,0218	0,7645
0	5,00	0,000778	0,0471	0,0	207,0	207,0	0,0000	0,7578
5	5,88	0,000789	0,0403	+ 6,1	209,0	202,9	+0,0226	0,7515
10	6,85	0,000800	0,0346	+12,6	210,8	198,2	+0,0418	0,7452
15	7,94	0,000812	0,0298	+19,1	212,7	193,6	+0,0674	0,7390
20	9,17	0,000824	0,0258	+25,7	214,1	188,4	+0,0896	0,7323
25	10,53	0,000837	0,0223	+32,5	215,5	183,0	+0,1126	0,7264
30	12,02	0,000850	0,0194	+39,5	216,8	177,3	+0,1352	0,7201
35	13,68	0,000866	0,0170	+46,5	217,7	171,2	+0,1570	0,7130
40	15,48	0,000883	0,0148	+53,5	218,2	164,7	+0,1796	0,7059
45	17,47	0,000901	0,0129	+60,6	218,7	158,1	+0,2022	0,6988
50	19,61	0,000923	0,0113	+68,0	219,1	151,1	+0,2240	0,6917

TABLE 13

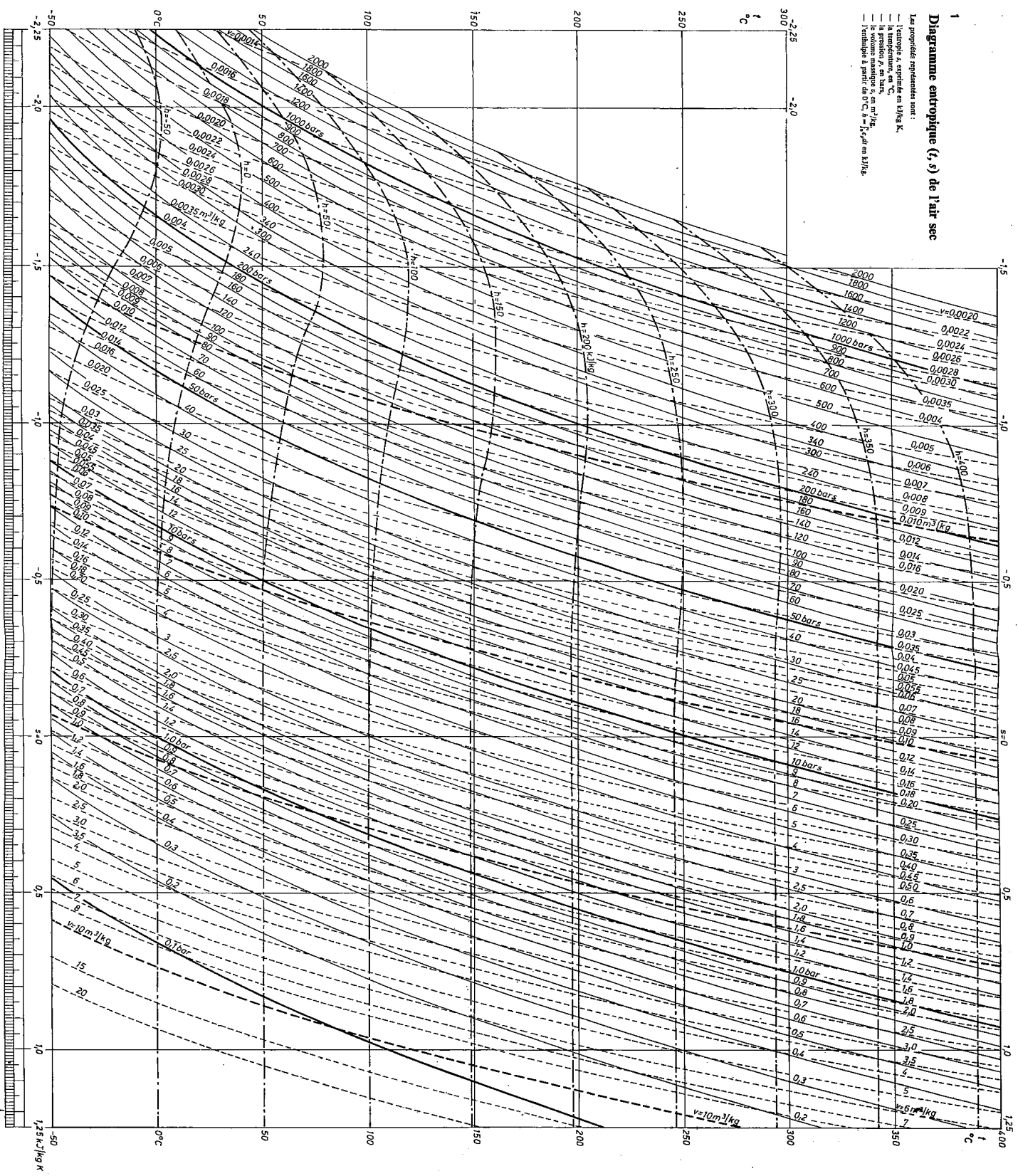
## PROPRIETE DE L'AIR DANS LE DOMAINE DE LA LIQUEFACTION

$p$ bars	$T_\ell$ K	$T_V$ K	$v_\ell$ dm <sup>3</sup> /kg	$a_V$ dm <sup>3</sup> /kg	$h_\ell$ kJ/kg	$h_V$ kJ/kg	$s_\ell$ kJ/kg/K	$s_V$ kJ/kg/K
0,5	73,01	76,30	1,1767	425,70	-8,77	201,05	-0,1153	2,6950
1	78,68	81,89	1,2113	224,46	0,00	205,18	0,0000	2,5556
1,5	82,42	85,04	1,2361	154,67	6,17	207,57	0,0758	2,4743
2	85,31	88,36	1,2566	117,79	11,18	209,22	0,1350	2,4156
2,5	87,69	90,67	1,2745	95,54	15,45	210,44	0,1836	2,3701
3	89,73	92,63	1,2907	80,45	19,23	211,39	0,2254	2,3326
4	93,16	95,95	1,3199	61,21	25,81	212,75	0,2958	2,2729
5	96,00	98,68	1,3461	49,40	31,51	213,66	0,3545	2,2259
6	98,45	101,6	1,3703	41,39	36,62	214,28	0,4055	2,1869
8	102,6	105,0	1,4150	31,17	45,65	214,94	0,4923	2,1237
10	106,1	108,2	1,4564	24,89	53,65	215,07	0,5661	2,0727
12	109,1	111,1	1,4960	20,615	60,98	214,83	0,6313	2,0293
14	111,7	113,6	1,5345	17,499	67,84	214,29	0,6905	1,9906
16	114,2	115,8	1,5728	15,116	74,35	213,48	0,7453	1,9553
18	116,4	117,9	1,6113	13,225	80,60	212,42	0,7967	1,9220
20	118,4	119,8	1,6508	11,678	86,64	211,10	0,8452	1,8899
25	123,1	124,1	1,7589	8,782	101,05	206,46	0,9573	1,8107
30	127	127,9	1,8936	6,633	115,27	199,36	1,0638	1,7237
32	128,4	129,2	1,9650	5,887	121,45	195,31	1,1091	1,6825
34	129,8	130,5	2,0596	5,160	128,31	190,06	1,1592	1,6336
36	131,1	131,8	2,2191	4,363	135,35	182,03	1,2099	1,5651
37,66	132,5	132,5	3,1950	3,1950	161,20	161,20	1,4028	1,4028

TABLE 14

# 1 Diagramme entropique (t, s) de l'air sec

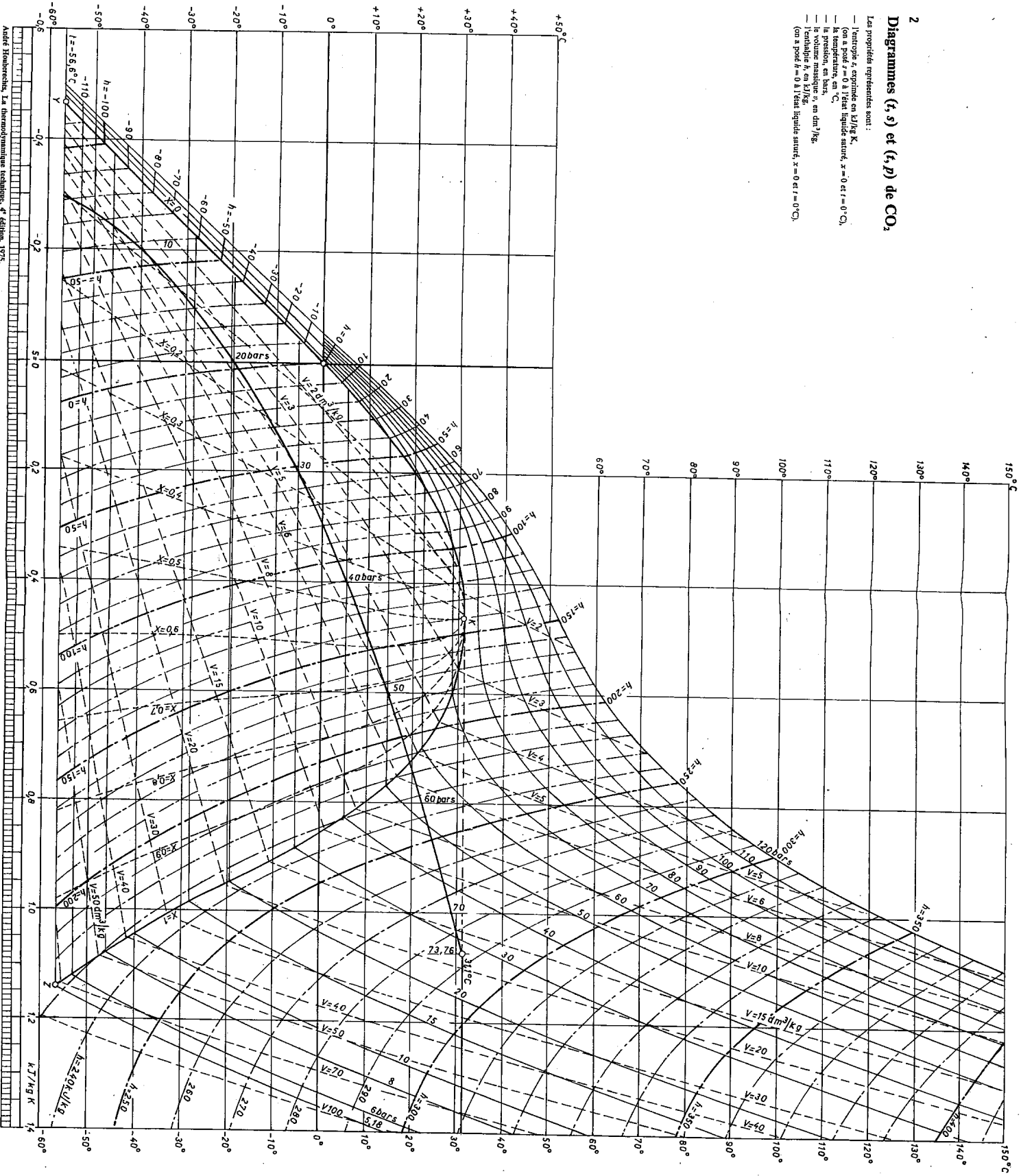
- Les propriétés représentées sont :
- l'entropie  $s$ , exprimée en kJ/kg K,
  - la température, en °C,
  - le module de l'entropie, en  $m^2/s^2$ ,
  - l'enthalpie  $h$ , en kJ/kg,  $h^*$  en kJ/kg,
  - l'enthalpie  $h$ , en kJ/kg,  $h^*$  en kJ/kg.



**Diagrammes (t, s) et (t, p) de CO<sub>2</sub>**

Les propriétés représentées sont :

- l'enthalpie  $s$  exprimée en kJ/kg K, (ou en kcal/kg) pour l'état liquide saturé,  $x = 0$  et  $t = 0^\circ\text{C}$ ,
- la température en  $^\circ\text{C}$ ,
- la pression, en bars,
- le volume massique  $v$ , en dm<sup>3</sup>/kg,
- l'enthalpie  $h$ , en kJ/kg, (ou à poids  $h = 0$  l'état liquide saturé,  $x = 0$  et  $t = 0^\circ\text{C}$ ).



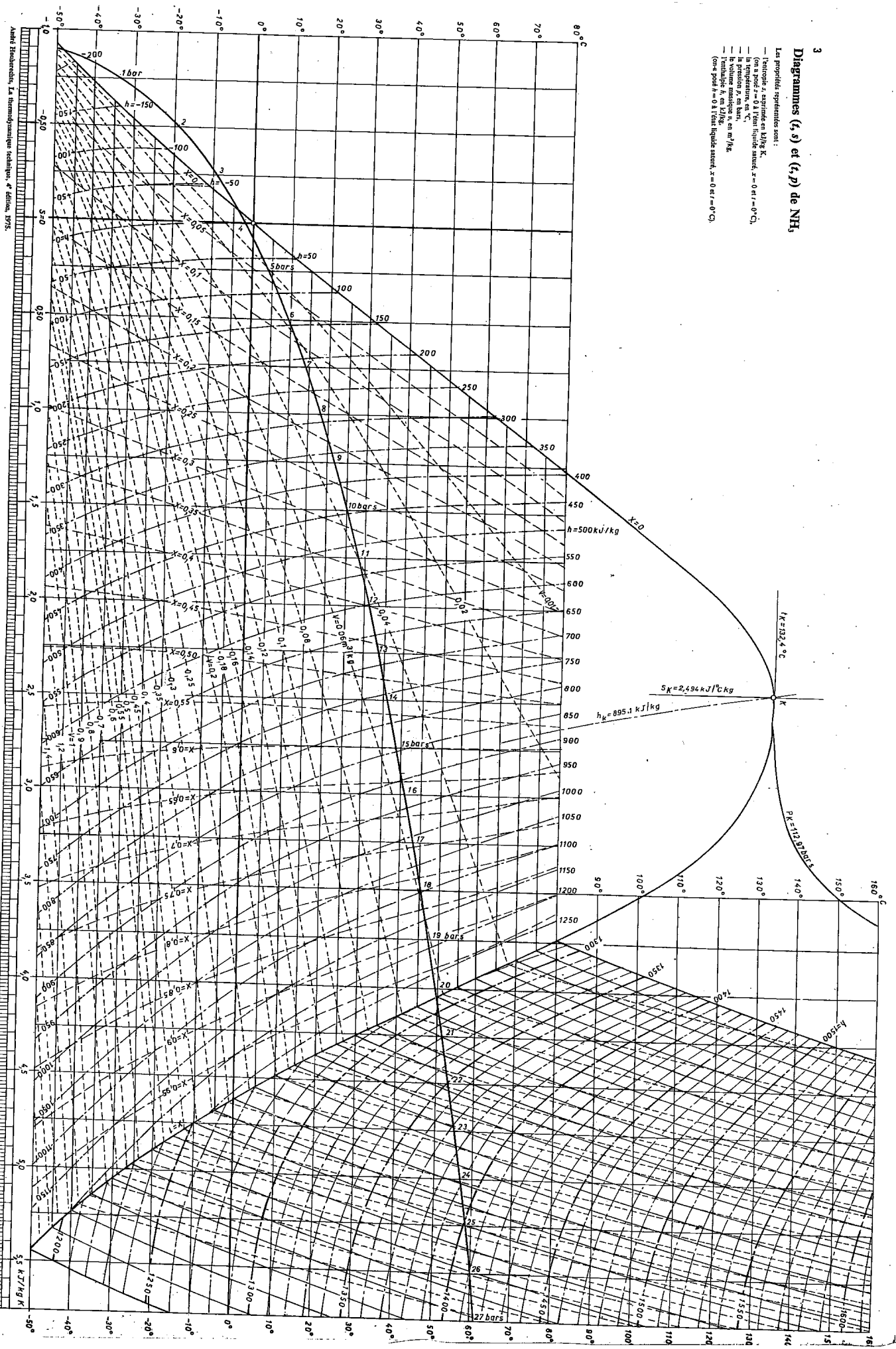
Auder Houbrerichs, La thermodynamique technique, 4<sup>e</sup> édition, 1975.

Vander, Editeur, Bruxelles, Louvain, Paris.



3  
Diagrammes (t, s) et (t, p) de NH<sub>3</sub>

- Les propriétés représentées sont :
- l'entropie  $s$ , exprimée en kJ/kg K,
  - l'enthalpie  $h$ , exprimée en kJ/kg,
  - la pression  $p$ , en bars,
  - le volume massique  $v$ , en m<sup>3</sup>/kg,
  - l'enthalpie  $h$ , en kJ/kg,
  - l'enthalpie  $h$ , en kJ/kg.
- (On a posé  $h = 0$  à l'état liquide saturé,  $x = 0$  et  $t = 0^\circ\text{C}$ .)

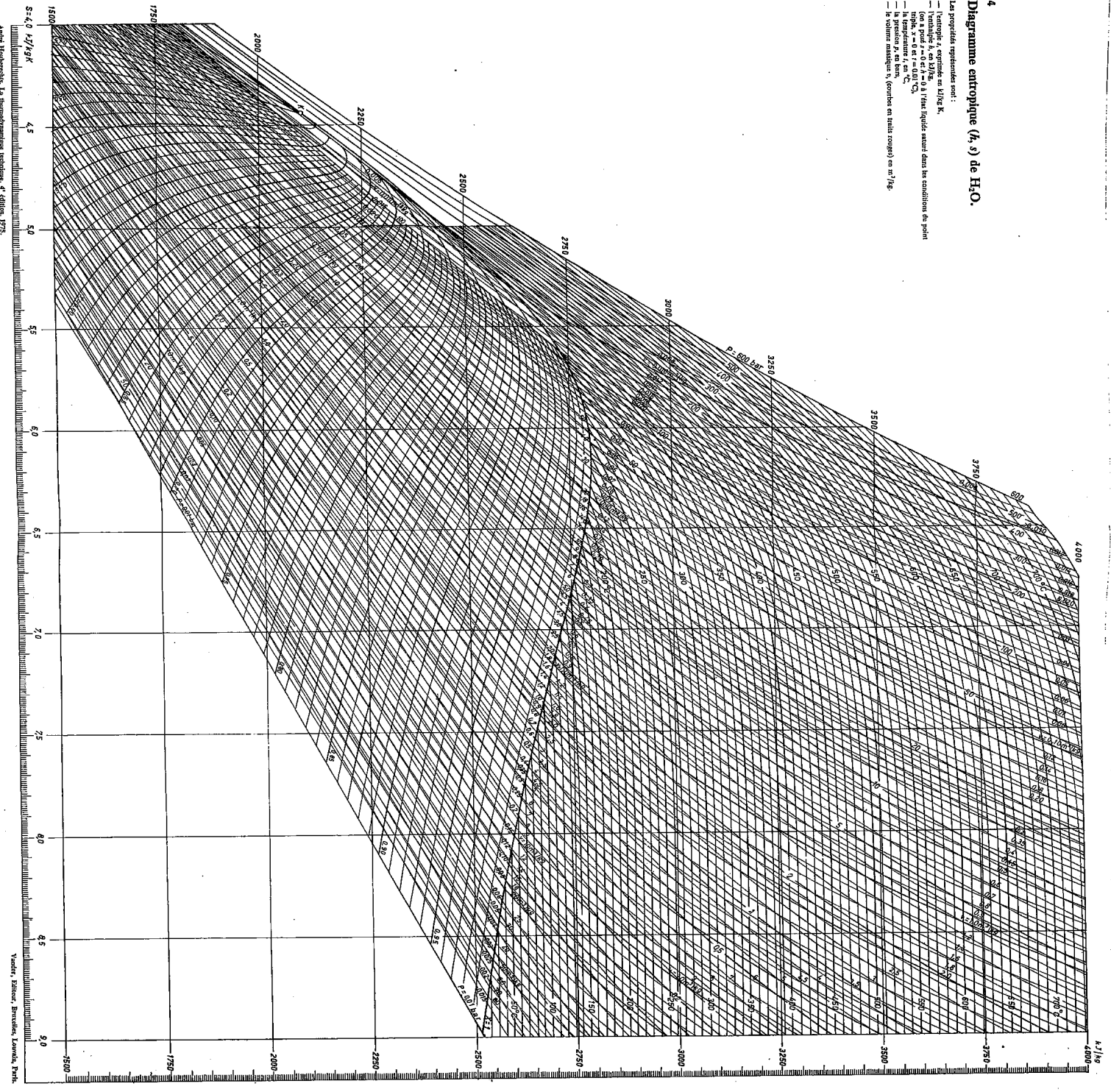


Amit Hindenach, La thermodynamique technique, 4<sup>e</sup> édition, 1975.

Vander, Editeur, Bruxelles, Louvain, Paris.

4  
**Diagramme entropique (h, s) de H<sub>2</sub>O.**

- Les propriétés représentées sont :
- l'entropie  $s$ , exprimée en J/kg K,
  - l'enthalpie  $h$ , exprimée en J/kg,
  - l'enthalpie  $h$  de la vapeur saturée dans les conditions du point triple,  $s = 0$  et  $t = 0,01^\circ\text{C}$ ,
  - la pression  $p$ , en bar,
  - le volume massique  $v$ , (courbes en traits rouges) en m<sup>3</sup>/kg.

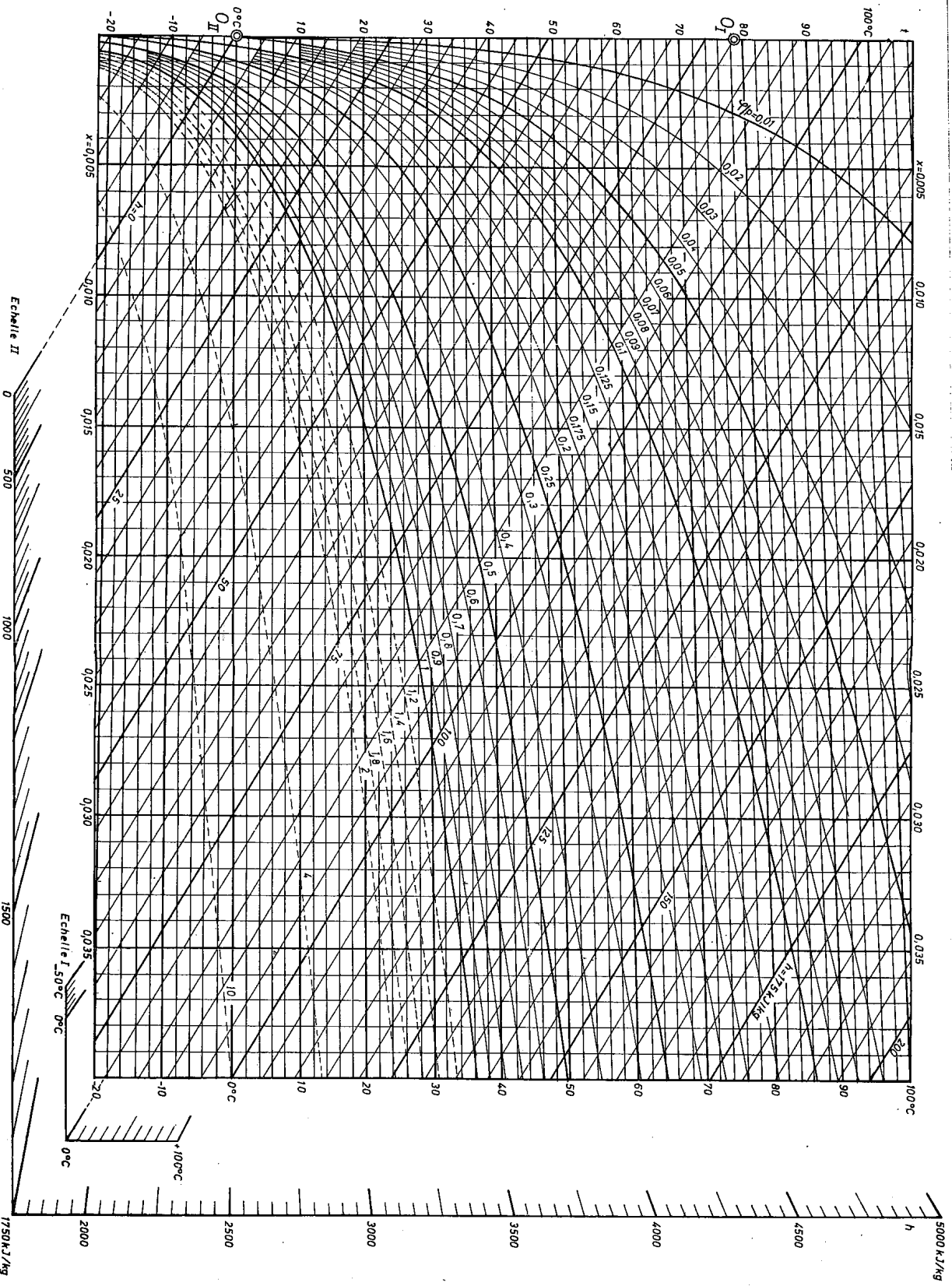


### Diagramme (h, x) de l'air humide

- Le diagramme représente les relations existant entre les grandeurs suivantes :
- l'humidité absolue  $x$  exprimée en kg H<sub>2</sub>O/kg d'air sec,
  - l'enthalpie  $h$ , en kJ/(1 +  $x$ ) kg d'air humide, l'état de référence (ou l'on a  $h = 0$ ) étant l'air sec à 0°C,
  - l'humidité relative  $\phi$  par le rapport  $\phi/h$ , où  $p$  est la pression en bars,
  - la température  $t$ , en °C.

Les isothermes tracées dans le diagramme ne sont valables que pour un mélange ne contenant pas H<sub>2</sub>O à l'état liquide ou solide. Lorsque le mélange contient H<sub>2</sub>O à l'état liquide ou solide, ses propriétés sont calculées à l'aide des isothermes de brouillard pour  $t > 0$ °C ou saturations de brouillard pour  $t < 0$ °C, sur la direction des droites issues du point O<sub>1</sub> et passant par les points de saturation correspondants de l'air humide.

L'échelle II sert à déterminer l'enthalpie lors de la résolution de problèmes de mélanges. L'origine de ces directions est le point O<sub>1</sub>. La graduation de l'échelle II correspond à l'enthalpie en kJ/kg de H<sub>2</sub>O (liquide ou vapeur) ajoutée à un mélange.



# 6 T-s-Diagram

from

Properties of Water and Steam  
in SI-Units

Prepared by

Professor Dr.-Ing. Ernst Schmidt, Munich

hJ bar

