

Propriétés thermodynamiques de l'eau

par Pierre PERROT
Professeur émérite
Laboratoire de métallurgie physique
Université des Sciences et Technologies de Lille

1. Points fixes de l'eau	K 585v2 - 2
2. Équilibres en phases solides	— 2
3. Équilibres solide-liquide	— 3
4. Équilibre solide-vapeur	— 3
5. Équilibre liquide-vapeur	— 4
6. Domaine monophasé	— 6
Références bibliographiques	— 20

Les propriétés thermodynamiques de l'eau sont présentées en quatre tableaux. Les tableaux 1, 2 et 3 sont relatifs aux domaines biphasés : équilibres entre les différentes variétés de glace et le liquide, équilibres solide-vapeur et liquide-vapeur. Le tableau 4 présente les propriétés thermodynamiques de l'eau dans les domaines monophasés liquide et vapeur.

La formulation utilisée est celle préconisée par l'IAPWS (International Association for the Properties of Water and Steam). Elle couvre un domaine de températures (de 0 à 1 000 °C) et de pressions (de 0,05 à 1 000 MPa) suffisamment large pour ne pas devoir être modifiée avant de nombreuses années. Les données relatives aux domaines extrêmes de températures (1 500, 2 000 et 2 500 K) et de pressions (de 0,05 à 100 MPa) ont également été présentées, mais elles ne sont pas déduites des formulations IAPWS tout en restant cohérentes avec les données tabulées à plus basses températures.

Les grandeurs tabulées sont les masses volumiques, enthalpies, entropies, capacités thermiques à volume et pression constantes. Les grandeurs thermoélastiques, ainsi que l'énergie interne n'ont pas été présentées pour ne pas alourdir démesurément les tableaux, mais, dans la mesure du possible, des équations simples et rigoureuses permettant de les calculer ont été données.

Le lecteur intéressé pourra consulter le site internet <http://www.lsbu.ac.uk/water/> sur les propriétés physiques de l'eau, très complet et continuellement mis à jour. À la date de parution de ce dossier, il présentait plus de 1 050 références.

Notations et symboles		
Symbole	Unité	Définition
c_p	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	Capacité thermique à pression constante
c_v	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	Capacité thermique à volume constant
h	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$	Enthalpie
p	Pa (ou bar)	Pression
s	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	Entropie
T	K	Température absolue
u	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$	Énergie interne
V	m^3	Volume
θ	$^{\circ}\text{C}$	Température
ρ	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	Masse volumique

Liste des indices			
p	à pression constante	ℓ	liquide
V	à volume constant	s	à saturation
v	vapeur		

1. Points fixes de l'eau

Les points fixes mentionnés ici sont ceux acceptés par l'IAPWS [5] [6] [9].

Point triple :	$T_t = 0,01 \text{ } ^{\circ}\text{C}$ par définition (273,16 K) $p_t = 611,657 \pm 0,010 \text{ Pa}$
Point critique :	$T_c = 373,946 \text{ } ^{\circ}\text{C}$ (647,096 \pm 0,01 K) $p_c = 22,064 \pm 0,005 \text{ MPa}$ $\rho_c = 322 \pm 3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Ces coordonnées critiques diffèrent légèrement de celles établies antérieurement [2], soit 647,067 K, 22,0460 MPa et 322,778 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$, mais présentent l'avantage d'être assorties d'un intervalle de confiance et d'être cohérentes avec les tableaux proposés [3].

L'équation d'état du gaz parfait appliquée à la vapeur d'eau est donnée par la relation :

$$pV = n R_M T$$

mais, pour les applications pratiques, on préfère utiliser la relation :

$$pV = m RT$$

avec p pression (en Pa),
 V volume (en m^3),
 n quantité de matière (en mol),
 m masse (en kg),
 R_M constante des gaz ($R_M = 8,31451 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$),
 M masse molaire de l'eau ($M = 0,018015268 \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$) [10],
 R constante de la vapeur d'eau ($R = R_M/M = 461,525765 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$),
 T température (en K). Si θ est la température en $^{\circ}\text{C}$:
 $T = \theta + 273,15$.

2. Équilibres en phases solides

Le diagramme de la glace, établi dans ses grandes lignes par Bridgman [1], est extrêmement riche puisque, en 2005, outre les trois formes amorphes de la glace (dites basse, haute et très haute densité), quinze variétés cristallines de glace étaient répertoriées, numérotées de I à XIV, la glace I comprenant elle-même deux variétés : la glace Ih (hexagonale) stable et la glace Ic (cubique) métastable. Toute la neige ou la glace rencontrée naturellement sur la terre est de la glace Ih. Les variétés reconnues comme métastables sont les glaces Ic, IV, IX et XII. La glace Ic peut être obtenue par condensation de la vapeur d'eau au-dessous de $-80 \text{ } ^{\circ}\text{C}$; les glaces IV et XII résultent d'un chauffage lent ($< 15 \text{ K/min}$ pour la glace IV) ou rapide ($> 15 \text{ K/min}$ pour la glace XII) de la forme amorphe haute densité, de 145 à 250 K sous une pression de 800 MPa ; la glace IX résulte d'une transition polymorphique de la glace III à basse température. Les glaces XIII (forme haute pression de la glace XI) et XIV (forme ordonnée à basse température de la glace XII [15]) sont vraisemblablement métastables. Toutes les autres variétés de glace sont considérées comme stables. La figure 1 présente, sur un diagramme température-pression, le domaine d'existence des variétés stables de la glace.

Les cinq variétés qui peuvent être en équilibre avec l'eau liquide sont les variétés Ih, III, V, VI, VII et, probablement, la glace X ; les domaines d'existence précis des variétés X, XIII et XIV restent à établir. La glace XI résulte d'une transition polymorphique de la glace Ih au-dessous de 72 K.

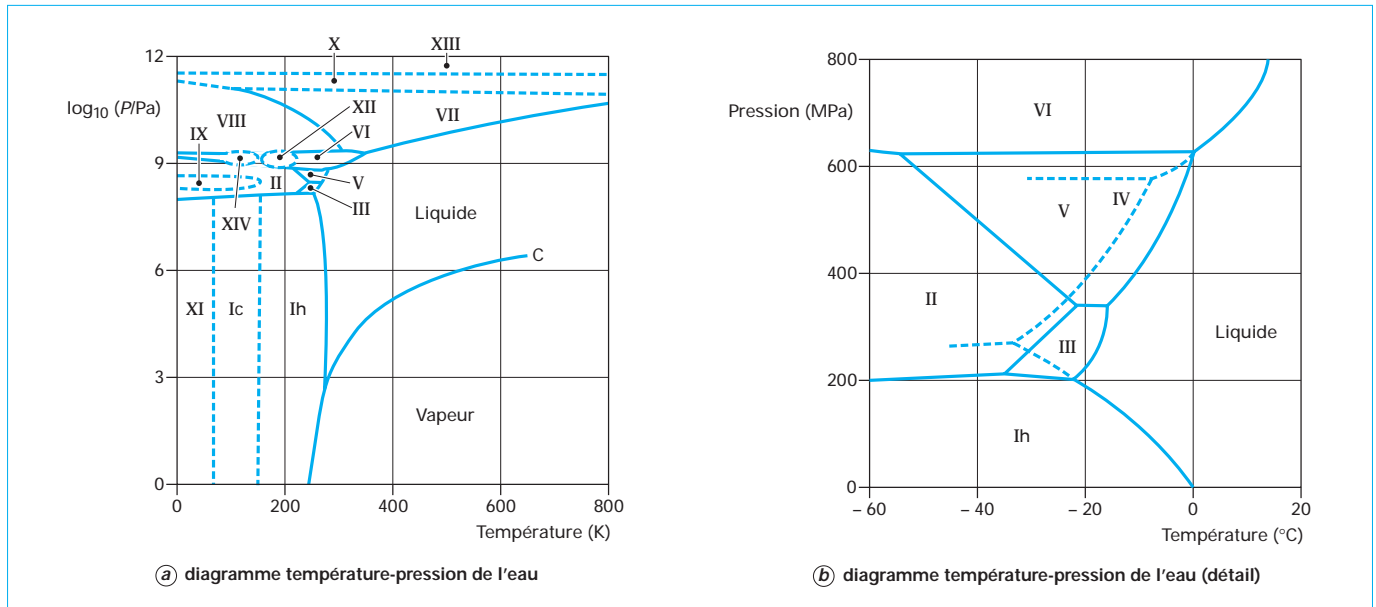
Le tableau 1 donne la position des points triples de la glace.

Les glaces I et XI sont les seules variétés qui puissent flotter sur l'eau liquide. Toutes les autres variétés sont plus denses que le liquide, et d'autant plus denses qu'elles sont stables aux pressions élevées. L'encadré suivant donne les densités et structure cristallines des différentes variétés de glace (C : cubique, Q : quadratique, H : hexagonal, R : rhomboédrique, O : orthorhombique, M : monoclinique) :

Ih	Ic	II	III	IV	V	VI	VII
0,92	0,92	1,17	1,14	1,27	1,23	1,31	1,50
H	C	R	Q	R	M	Q	C
VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	
1,46	1,16	2,51	0,92	1,29	2,50	1,30	
Q	Q	C	O	Q	H	O	

Tableau 1 – Points triples de l'eau					
Phases (1)	T (K)	p (MPa)	V ($\text{cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$) (2)		Référence
L-G-Ih	273,160	0,000612	18,02	$3,71 \times 10^6$	19,65 [4]
G-Ic-XI	72	≈ 0		19,58	19,58 [12]
L-Ih-III	251,17	209,9	16,52	19,4	15,7 [4]
L-III-V	256,16	350,1	15,90	15,7	14,5 [4]
L-V-VI	273,31	632,4	15,15	14,5	13,8 [4]
L-VI-VII	355	2 216	14,36	13,8	12,0 [4]
L-VII-X	> 715	$\approx 45\ 000$	$\approx 14,0$	11,5	7,2 [13]
Ih-II-III	235,45	212,9	19,6	15,4	15,8 [1]
II-III-V	248,85	344,3	15,4	15,8	14,6 [1]
II-V-VI	209,75	608	15,4	14,6	13,8 [8]
VI-VII-VIII	273,97	2,43	13,8	11,5	12,3 [7]
VII-VIII-X	100	62 000	11,5	12,3	7,2 [11]

(1) L : liquide ; G : gaz.
 (2) Les volumes molaires des phases sont donnés dans le même ordre que dans la première colonne.



3. Équilibres solide-liquide

Les équations des courbes d'équilibre solide-liquide dans le diagramme pression-température ont été proposées par [4]. Les incertitudes sur la pression sont inférieures à 3 % pour les équilibres entre le liquide et les variétés Ih, III, V et VI de la glace ; elles sont inférieures à 7 % dans le cas de l'équilibre liquide-glace VII :

- **Fusion de la glace Ih** (entre 273,16 et 251,165 K) :

$$p/p_n = 1 - 626\,000 [1 - (T/T_n)^{-3}] + 197\,135 [1 - (T/T_n)^{21,2}]$$

avec $p_n = 611,657$ Pa et $T_n = 273,16$ K.

- **Fusion de la glace III** (entre 251,165 et 256,164 K) :

$$p/p_n = 1 - 0,295252 [1 - (T/T_n)^{60}]$$

avec $p_n = 209,9$ MPa et $T_n = 251,165$ K.

- **Fusion de la glace V** (entre 256,164 et 273,31 K) :

$$p/p_n = 1 - 1,18721 [1 - (T/T_n)^8]$$

avec $p_n = 350,1$ MPa et $T_n = 256,164$ K.

- **Fusion de la glace VI** (entre 273,31 et 355 K) :

$$p/p_n = 1 - 1,07476 [1 - (T/T_n)^{4,6}]$$

avec $p_n = 632,4$ MPa et $T_n = 273,31$ K.

- **Fusion de la glace VII** (entre 355 et 715 K) :

$$\ln(p/p_n) = 1,73683 [1 - (T/T_n)^{-1}] - 0,0544606 [1 - (T/T_n)^5] + 8,06106 \times 10^{-8} [1 - (T/T_n)^{22}]$$

avec $p_n = 2,216$ GPa et $T_n = 355$ K.

La température de 715 K ne correspond pas à un arrêt de la courbe d'équilibre glace VII-liquide, mais à la température la plus élevée pour laquelle les mesures ont été faites. À cette tempé-

rature, la glace VII est en équilibre avec l'eau liquide sous une pression de 45,4 GPa ; à 550 K, la pression d'équilibre est de 6,3 GPa.

- **Fusion de la glace X** (au-dessus de 715 K)

Les courbes d'équilibre liquide – glace VII et glace VII – glace X se rencontrent au-delà de 715 K. La glace X fond au-dessus de 715 K sous des pressions de l'ordre de 50 GPa. Le manque de mesures expérimentales ne permet pas de donner raisonnablement une équation de la courbe d'équilibre liquide – glace X.

- **Entropies de fusion**

Les entropies de fusion des variétés III, V et VI de la glace ont été déterminées récemment [14] :

- pour la glace III, $13,9 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ à -22 °C ;
- pour la glace V, $13,1 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ à -17 °C ;
- pour la glace VI, $16,2 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ à $0,16 \text{ °C}$.

4. Équilibre solide-vapeur

Le tableau 2 présente les propriétés de la vapeur en équilibre avec le solide (glace I) aux températures inférieures à 0 °C . La tension de vapeur de la glace entre 0 et -80 °C peut être décrite, avec une incertitude inférieure à 0,5 %, par une relation empirique proposée par [4], relation dans laquelle la pression p est en pascals et T en kelvins :

$$\ln(p/p_i) = a [1 - (T/T_i)^{-1,5}] + b [1 - (T/T_i)^{-1,25}]$$

avec $p_i = 611,657$ Pa ; $T_i = 273,16$ K ; $a = -13,9281690$ et $b = 34,7078238$.

La relation suivante, utilisable dans le même intervalle de températures (les données expérimentales manquent au-dessus de -80 °C), est précise à mieux de 0,1 %. La pression est en millibars (1 mbar = 100 Pa) et la température θ en degrés Celsius :

$$p = (3,6646 \times 10^{10} - 1,3086 \times 10^6 \theta - 33\,793 \theta^2) \times \exp[-6\,150/(273,15 + \theta)]$$

Tableau 2 – Équilibres solide-vapeur

Température T (K)	Pression p (Pa)	Volume du solide v_s ($\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$)	Volume de la vapeur v_v ($\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$)	Enthalpie du solide h ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)	Enthalpie de la vapeur h_v ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)	Entropie du solide s ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	Entropie de la vapeur s_v ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	Capacité thermique du solide c_p ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)
273,16	611,6570	0,0010908	206,132	- 333,40	2 501,3	- 1,221 0	9,156 2	2,116
273,15	611,1500	0,0010908	206,315	- 333,42	2 501,3	- 1,221 1	9,156 5	2,116
270	469	0,0010900	265,4	- 339,6	2 496	- 1,296	9,255	2,091
265	306	0,0010890	400,4	- 351,2	2 486	- 1,281	9,461	2,052
260	196	0,0010880	612,2	- 360,5	2 477	- 1,323	9,590	2,013
255	123	0,0010870	956,4	- 369,8	2 468	- 1,361	9,768	1,974
250	75,9	0,0010870	1 520	- 381,5	2 459	- 1,400	9,954	1,935
240	37,2	0,0010850	4 070	- 400,1	2 440	- 1,478	10,35	1,857
230	8,910	0,001084	$1,18 \times 10^4$	- 416,3	2 421	- 1,555	10,79	1,779
220	2,650	0,001082	$3,83 \times 10^4$	- 435,0	2 403	- 1,633	11,20	1,701
210	0,701	0,001081	$1,39 \times 10^5$	- 451,2	2 384	- 1,711	11,79	1,623
200	0,162	0,001079	$5,69 \times 10^5$	- 467,5	2 366	- 1,789	12,38	1,545
190	$3,23 \times 10^{-2}$	0,001078	$2,72 \times 10^6$	- 483,8	2 347	- 1,868	13,03	1,467
180	$5,38 \times 10^{-3}$	0,001077	$1,55 \times 10^7$	- 497,8	2 328	- 1,947	13,76	1,389
170	$7,29 \times 10^{-4}$	0,001076	$1,08 \times 10^8$	- 511,7	2 310	- 2,026	14,57	1,311
160	$7,72 \times 10^{-5}$	0,001074	$9,62 \times 10^8$	- 525,7	2 291	- 2,106	15,49	1,233
150	$6,30 \times 10^{-6}$	0,001073	$9,55 \times 10^9$	- 539,6	2 273	- 2,187	16,54	1,155

5. Équilibre liquide-vapeur

Les propriétés thermodynamiques : masse volumique (ρ), enthalpie (h), entropie (s), capacités thermiques à volume constant (c_v) et à pression constante (c_p) du liquide et de la vapeur en équilibre le long de la courbe de saturation aux températures comprises entre celle du point triple (0,01 °C, soit 273,1600 K par définition) et la température critique (373,946 °C, soit 647,096 K) peuvent être lues dans les tableaux 3 et 4. Ces propriétés sont données en fonction de la température dans le tableau 3 et en fonction de la pression dans le tableau 4. Ces deux tableaux proviennent de la formulation IAPWS-95 présentée par [6] [9]. Si le tableau 3 ne donne ces propriétés que pour le mélange liquide-vapeur à l'équilibre, le tableau 4 donne en outre ces propriétés dans les domaines monophasés. L'enthalpie de vaporisation n'est pas donnée, car elle s'obtient facilement par différence :

$$\Delta_{\text{vap}} H = h_\ell - h_v$$

les indices ℓ et v représentant respectivement le liquide et la vapeur.

L'enthalpie de vaporisation diminue avec l'élévation de température et tend vers 0 avec une pente de $-\infty$ lorsque $T \rightarrow T_c$. Elle est directement liée à la pente de la courbe de saturation par l'équation rigoureuse de Clapeyron :

$$(\partial p / \partial T)_{\text{eq}} = \Delta_{\text{vap}} H / [T(v_v - v_\ell)]$$

Il peut être intéressant de disposer d'expressions simplifiées, plus manipulables que les formulations IAPWS, mais qui fournissent néanmoins une bonne précision. Les équations auxiliaires qui suivent remplissent ce rôle, et, bien qu'elles soient thermodynamiquement incompatibles avec les formulations IAPWS, elles donnent des résultats qui s'en écartent peu.

La tension de vapeur du liquide entre -50 et $+50$ °C peut être décrite, avec une incertitude inférieure à 0,1 %, par une relation empirique proposée par [4], relation dans laquelle la pression p_s est en bars (1 bar = 10^5 Pa) et la température θ en degrés Celsius :

$$p_s \text{ (en bar)} = (2,8262 \times 10^6 - 1\,089,7 \theta - 94,934 \theta^2 + 0,5822 \theta^3) \exp[-5\,450/(273,15 + \theta)]$$

Lorsque $\theta < 0$, l'eau se trouve dans un état surfondu, métastable. L'erreur faite en utilisant cette relation augmente rapidement au-dessus de 50 °C. La pression calculée à 100 °C est supérieure de 5 % à sa valeur réelle ! Les expressions suivantes sont utilisables entre le point triple (273,16 K) et le point critique (647,096 K) :

■ p_s tension de vapeur saturante du liquide :

$$\ln(p_s/p_c) = (a_1 \tau + a_2 \tau^{1,5} + a_3 \tau^3 + a_4 \tau^{3,5} + a_5 \tau^4 + a_6 \tau^{7,5}) / (1 - \tau)$$

■ ρ_ℓ volume spécifique du liquide saturant :

$$\rho_\ell / \rho_c = 1 + b_1 \tau^{1/3} + b_2 \tau^{2/3} + b_3 \tau^{5/3} + b_4 \tau^{16/3} + b_5 \tau^{43/3} + b_6 \tau^{110/3}$$

■ ρ_v volume spécifique de la vapeur saturante :

$$\ln(\rho_v/\rho_c) = c_1 \tau^{2/6} + c_2 \tau^{4/6} + c_3 \tau^{8/6} + c_4 \tau^{18/6} + c_5 \tau^{37/6} + c_6 \tau^{71/6}$$

Dans les trois expressions précédentes, p_c , T_c , ρ_c sont respectivement la pression, la température et la masse volumique de l'eau au point critique.

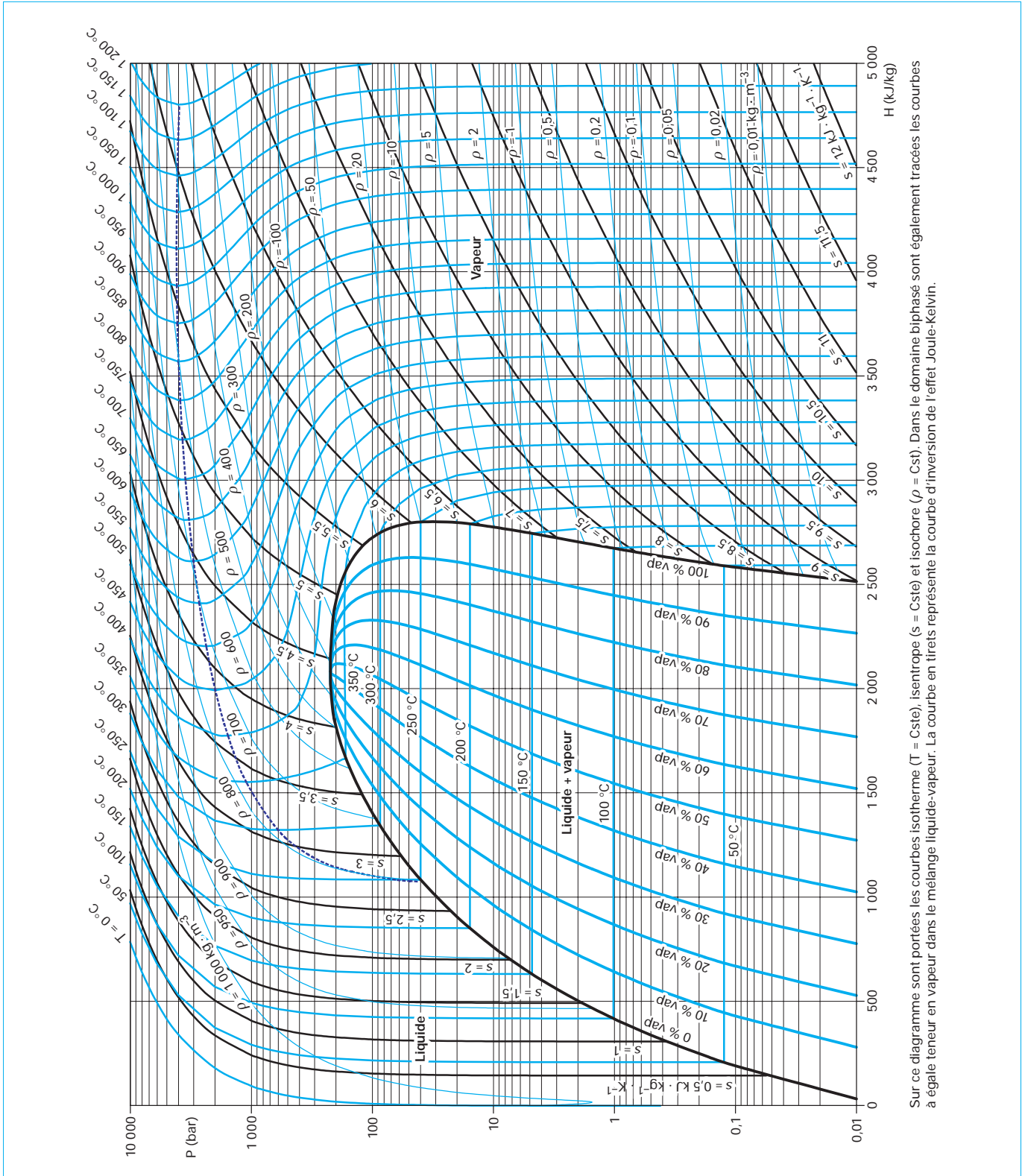
τ est défini par :

$$\tau = 1 - (T/T_c)$$

Les paramètres a_i , b_i et c_i ($i = 1$ à 6) sont tabulés ci-dessous.

i	a_i	b_i	c_i
1	- 7,85951783	1,99274064	- 2,03150240
2	- 1,84408259	1,09965342	- 2,68302940
3	- 11,7866497	- 0,510839303	- 5,38626492
4	22,6807411	- 1,75493479	- 17,2991605
5	- 15,9618719	- 45,5170352	- 44,7586581
6	1,80122502	- 674694,450	- 63,9201063

Le diagramme enthalpie-pression de l'eau est représenté sur la figure 2. Dans le domaine liquide-vapeur, les isothermes et les



Sur ce diagramme sont portées les courbes isotherme ($T = \text{Cste}$), isentrope ($s = \text{Cste}$) et isochores ($\rho = \text{Cste}$). Dans le domaine biphasé sont également tracées les courbes à égale teneur en vapeur dans le mélange liquide-vapeur. La courbe en tirets représente la courbe d'inversion de l'effet Joule-Kelvin.

Figure 2 - Diagramme enthalpie-pression de l'eau dans les domaines monophasés et biphasés

isobares sont confondues avec les horizontales en raison de la relation $p = f(T)$ existant à l'équilibre liquide-vapeur. Les courbes $x = \text{Cste}$ ($x = 0,1$ à $0,9$ par pas de $0,1$) sont des courbes à concentration de vapeur constante. La courbe $x = 0$ correspond au liquide en équilibre avec sa vapeur ; la courbe $x = 1$ correspond à la vapeur saturante.

6. Domaine monophasé

Le tableau 4 donne la masse volumique (ρ), l'enthalpie (h), l'entropie (s) ainsi que les capacités thermiques à volume constant (c_V) et à pression constante (c_P), pour différentes pressions, comprises entre 50 kPa (0,5 bar) 1 GPa (10 kbar) et températures, comprises entre la température de fusion de la glace et 1 273 K (1 000 °C). Ces grandeurs sont tirées des équations de Wagner et Pruss [6] [9]. Elles présentent une discontinuité lors de la transition liquide-vapeur. Aux températures de transition (en gras dans le tableau), qui n'existent que pour les pressions inférieures à la pression critique, les valeurs relatives au liquide et à la vapeur sont indiquées. Le tableau 4 présente également, pour des pressions inférieures à 100 MPa (1 kbar), les grandeurs thermodynamiques tabulées à 1 500, 2 000 et 2 500 K. Ces valeurs ne sont pas déduites des formulations IAPWS qui ne peuvent pas être extrapolées à de telles températures, mais des compilations de Perry [5]. Les deux ensembles de valeurs sont cohérents, comme il est aisé de s'en rendre compte en observant que, à 1 000 K, les données de Perry sont en bon accord avec les formulations IAPWS.

L'énergie interne (u) n'a pas été tabulée, mais elle se déduit immédiatement de l'enthalpie par la relation de définition :

$$u \equiv h - p v \equiv h - (p/\rho)$$

Exemple : l'énergie interne du fluide à $T = 500$ K sous $p = 50$ MPa est :

$$u = 991\,293 - (5 \times 10^7 / 868,880) = 933\,748 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$$

La référence choisie pour l'énergie interne est $u = 0$ pour l'eau liquide à son point triple. L'enthalpie de l'eau liquide à son point triple est alors : $h = 611,982 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$.

La référence choisie pour l'entropie est $s = 0$ pour l'eau liquide à son point triple. Les valeurs négatives de l'entropie au voisinage de 0 °C viennent du fait que, à température constante, l'entropie est une fonction décroissante de la pression. Si l'on veut avoir une valeur absolue de la fonction entropie ($s = 0$ est alors l'entropie de la glace à 0 K), il faut ajouter $3,516 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ aux valeurs tabulées, ce qui représente l'entropie absolue de l'eau liquide au point triple. L'intérêt de prendre comme référence ($s = 0$) l'eau liquide à son point triple vient de ce que l'entropie absolue de l'eau liquide n'est connue qu'à $\pm 0,002 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, alors que les

capacités thermiques sont connues avec une précision dix fois meilleure.

Les capacités thermiques à pression et volume constants sont définies par :

$$c_V \equiv (\partial u / \partial T)_V \quad c_P \equiv (\partial h / \partial T)_P$$

Entre c_P et c_V existe la relation rigoureuse :

$$c_P - c_V = (T \alpha_p^2) / (\rho \chi_T)$$

avec $\alpha_p = -(1/\rho) (\partial \rho / \partial T)_P$ dilatabilité isobare,

$$\chi_T = (1/\rho) (\partial \rho / \partial p)_T \text{ compressibilité isotherme.}$$

α_p peut être calculé avec une précision satisfaisante à partir du tableau 3. Il n'en est pas de même de χ_T , en raison du trop grand intervalle de pression entre les tableaux. Il est alors préférable, pour obtenir χ_T , d'utiliser l'expression de $c_P - c_V$.

Pour un gaz parfait :

$$\alpha_p = 1/T ; \chi_T = 1/p$$

d'où $c_P - c_V = R = 0,4615 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Il est généralement admis que les gaz sous faible pression (en pratique, sous $p \leq 1$ bar) se comportent comme des gaz parfaits, mais la vapeur d'eau, même sous 0,5 bar, ne se comporte déjà plus comme un gaz parfait. En effet, le tableau 4 permet de lire :

- sous 1 bar : $c_P - c_V = 0,5241$ à 100 °C et $0,4619$ à 1 000 °C
- sous 0,5 bar : $c_P - c_V = 0,4911$ à 100 °C et $0,4617$ à 1 000 °C

Sous pression de 1 bar, $c_P - c_V$ ne tend vers $R = 0,4615 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ à mieux de 1 pour mille qu'aux températures supérieures à 1 000 °C.

La figure 2 représente le diagramme enthalpie-pression ou diagramme de Mollier de l'eau. Sur ce diagramme sont représentées les isothermes (courbes $T = \text{Cste}$), les isentropes (courbes $s = \text{Cste}$) et les isochores (courbes $V = \text{Cste}$). La courbe en tirets est le lieu des points à tangente verticale sur les isothermes. C'est la courbe d'inversion de l'effet Joule-Kelvin, d'équation :

$$\mu_{JK} = (\partial T / \partial p)_H = 0$$

Aux fortes pressions (au-dessus de la courbe) :

$$\mu_{JK} = (\partial T / \partial p)_H < 0$$

le gaz se réchauffe sous l'influence d'une détente isenthalpique.

Aux faibles pressions (au-dessous de la courbe) :

$$\mu_{JK} = (\partial T / \partial p)_H > 0$$

le gaz se réchauffe sous l'influence d'une détente isenthalpique.

Tableau 3 – Équilibres liquide-vapeur

T (K)	p (kPa)	ρ_ℓ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	ρ_v ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	h_ℓ ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)	h_v ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)	s_ℓ ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	s_v ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	$c_{V,\ell}$ ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	$c_{V,v}$ ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	$c_{P,\ell}$ ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	$c_{P,v}$ ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)
273,16	0,611657	999,793	0,00485	0,001	2 500,20	0,0000	9,1550	4,2174	1,4184	4,2199	1,8844
274	0,650	999,843	0,00514	3,544	2 502,46	0,0130	9,1331	4,2156	1,4191	4,2171	1,8852
276	0,750	999,914	0,00589	11,972	2 506,12	0,0436	9,0804	4,2108	1,4208	4,2110	1,8872
278	0,863	999,919	0,00673	20,389	2 509,79	0,0074	9,0287	4,2057	1,4224	4,2058	1,8893
280	0,992	999,862	0,00768	28,796	2 513,45	0,1041	8,9779	4,2003	1,4242	4,2014	1,8913
282	1,137	999,746	0,00874	37,195	2 517,11	0,1340	8,9280	4,1945	1,4259	4,1975	1,8935
284	1,300	999,575	0,00993	45,587	2 520,76	0,1637	8,8791	4,1884	1,4277	4,1942	1,8956
286	1,483	999,352	0,01125	53,973	2 524,41	0,1931	8,8310	4,1820	1,4294	4,1914	1,8978
288	1,689	999,079	0,01272	62,353	2 528,06	0,2223	8,7838	4,1753	1,4312	4,1890	1,9000

Tableau 3 – Équilibres liquide-vapeur (suite)

T (K)	p (kPa)	ρ_ℓ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	ρ_v ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	h_ℓ ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)	h_v ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)	s_ℓ ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	s_v ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	$c_{V,\ell}$ ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	$c_{V,v}$ ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	$c_{p,\ell}$ ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	$c_{p,v}$ ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)
290	1,920	998,758	0,01436	70,729	2 531,70	0,2513	8,7374	4,1684	1,4330	4,1869	1,9023
292	2,178	998,392	0,01618	79,101	2 535,34	0,2800	8,6918	4,1612	1,4348	4,1852	1,9046
294	2,465	997,983	0,01820	87,471	2 538,98	0,3086	8,6471	4,1539	1,4367	4,1838	1,9069
296	2,786	997,532	0,02042	95,837	2 542,61	0,3370	8,6031	4,1463	1,4385	4,1826	1,9092
298	3,142	997,042	0,02288	104,202	2 546,23	0,3651	8,5599	4,1385	1,4404	4,1817	1,9116
300	3,537	996,513	0,02559	112,565	2 549,85	0,3931	8,5174	4,1305	1,4422	4,1809	1,9141
304	4,459	995,346	0,03184	129,287	2 557,08	0,4485	8,4346	4,1140	1,4461	4,1799	1,9191
308	5,582	994,042	0,03936	146,007	2 564,28	0,5031	8,3546	4,0967	1,4500	4,1795	1,9243
312	6,944	992,610	0,04835	162,726	2 571,45	0,5570	8,2773	4,0789	1,4540	4,1796	1,9298
316	8,583	991,056	0,05904	179,447	2 578,60	0,6103	8,2025	4,0605	1,4583	4,1800	1,9356
320	10,546	989,387	0,07166	196,170	2 585,71	0,6629	8,1302	4,0416	1,4627	4,1807	1,9417
324	12,882	987,610	0,08650	212,897	2 592,79	0,7148	8,0601	4,0223	1,4673	4,1818	1,9482
328	15,649	985,728	0,10385	229,629	2 599,83	0,7661	7,9923	4,0025	1,4722	4,1831	1,9551
332	18,909	983,747	0,12404	246,367	2 606,83	0,8168	7,9267	3,9825	1,4774	4,1846	1,9625
336	22,730	981,671	0,14743	263,112	2 613,79	0,8689	7,8630	3,9621	1,4829	4,1864	1,9705
340	27,188	979,503	0,17440	279,866	2 620,69	0,9165	7,8013	3,9416	1,4888	4,1885	1,9790
344	32,366	977,247	0,20537	296,628	2 627,55	0,9655	7,7414	3,9208	1,4951	4,1907	1,9882
348	38,354	974,904	0,24077	313,401	2 634,35	1,0140	7,6833	3,8999	1,5018	4,1932	1,9981
352	45,249	972,479	0,28110	330,185	2 641,09	1,0619	7,6270	3,8790	1,5089	4,1960	2,0088
356	53,158	969,972	0,32685	346,981	2 647,77	1,1093	7,5722	3,8580	1,5166	4,1991	2,0202
360	62,194	967,386	0,37858	363,791	2 654,38	1,1562	7,5190	3,8369	1,5247	4,2024	2,0326
364	72,478	964,723	0,43686	380,616	2 660,91	1,2027	7,4672	3,8159	1,5335	4,2061	2,0458
368	84,142	961,984	0,50231	397,457	2 667,37	1,2487	7,4169	3,7950	1,5428	4,2101	2,0601
372	97,326	959,171	0,57557	414,316	2 673,75	1,2942	7,3680	3,7741	1,5528	4,2144	2,0754
374	104,53	957,737	0,61534	422,752	2 676,91	1,3168	7,3440	3,7637	1,5581	4,2167	2,0835
376	112,18	956,285	0,65732	431,194	2 680,04	1,3393	7,3203	3,7534	1,5635	4,2190	2,0919
378	120,28	954,815	0,70161	439,640	2 683,16	1,3617	7,2969	3,7431	1,5691	4,2215	2,1006
380	128,85	953,327	0,74830	448,092	2 686,25	1,3839	7,2738	3,7328	1,5749	4,2241	2,1096
384	147,52	950,298	0,84926	465,013	2 692,35	1,4282	7,2286	3,7123	1,5870	4,2295	2,1285
388	168,36	947,199	0,96099	481,957	2 698,35	1,4720	7,1844	3,6920	1,5999	4,2354	2,1488
392	191,54	944,030	1,0843	498,928	2 704,25	1,5155	7,1413	3,6719	1,6136	4,2416	2,1705
396	217,28	940,793	1,2202	515,926	2 710,04	1,5586	7,0992	3,6520	1,6281	4,2483	2,1936
400	245,77	937,486	1,3694	532,953	2 715,70	1,6013	7,0581	3,6324	1,6435	4,2555	2,2183
404	277,22	934,111	1,5330	550,011	2 721,25	1,6436	7,0180	3,6129	1,6597	4,2632	2,2446
408	311,87	930,668	1,7120	567,103	2 726,67	1,6856	6,9787	3,5937	1,6769	4,2713	2,2725
412	349,93	927,157	1,9074	584,231	2 731,95	1,7273	6,9402	3,5748	1,6949	4,2800	2,3021
416	391,66	923,577	2,1203	601,396	2 737,09	1,7687	6,9025	3,5560	1,7138	4,2892	2,3334
420	437,30	919,929	2,3518	618,601	2 742,09	1,8097	6,8656	3,5376	1,7335	4,2990	2,3666
424	487,11	916,212	2,6032	635,848	2 746,94	1,8504	6,8294	3,5194	1,7542	4,3093	2,4015
428	541,38	912,426	2,8757	653,140	2 751,64	1,8909	6,7939	3,5015	1,7756	4,3203	2,4382
432	600,36	908,571	3,1705	670,479	2 756,17	1,9311	6,7590	3,4838	1,7979	4,3319	2,4768
436	664,36	904,645	3,4891	687,868	2 760,53	1,9710	6,7248	3,4664	1,8210	4,3442	2,5173
440	733,67	900,649	3,8329	705,310	2 764,73	2,0106	6,6911	3,4493	1,8448	4,3571	2,5597
444	808,59	896,580	4,2032	722,807	2 768,74	2,0500	6,6580	3,4324	1,8693	4,3708	2,6040
448	889,45	892,439	4,6017	740,361	2 772,57	2,0892	6,6253	3,4159	1,8945	4,3852	2,6503
452	976,56	888,225	5,0300	757,977	2 776,21	2,1281	6,5932	3,3996	1,9204	4,4004	2,6986
456	1 070,3	883,935	5,4897	775,658	2 779,65	2,1668	6,5615	3,3835	1,9469	4,4165	2,7490
460	1 170,9	879,569	5,9826	793,406	2 782,88	2,2053	6,5303	3,3678	1,9739	4,4334	2,8014

Tableau 3 – Équilibres liquide-vapeur (suite)

T (K)	p (kPa)	ρ_ℓ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	ρ_v ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	h_ℓ ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)	h_v ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)	s_ℓ ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	s_v ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	$c_{v,\ell}$ ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	$c_{v,v}$ ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	$c_{p,\ell}$ ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	$c_{p,v}$ ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)
468	1 394,3	870,601	7,0757	829,118	2 788,72	2,2817	6,4689	3,3371	2,0296	4,4701	2,9129
472	1 517,9	865,997	7,6798	847,089	2 791,31	2,3197	6,4388	3,3222	2,0583	4,4899	2,9721
476	1 649,8	861,310	8,3251	865,143	2 793,66	2,3574	6,4089	3,3075	2,0874	4,5109	3,0337
480	1 790,5	856,537	9,0139	883,283	2 795,78	2,3950	6,3794	3,2932	2,1169	4,5330	3,0979
484	1 940,3	851,678	9,7485	901,513	2 797,65	2,4325	6,3501	3,2791	2,1469	4,5563	3,1648
488	2 099,7	846,728	10,532	919,838	2 799,26	2,4698	6,3211	3,2652	2,1774	4,5809	3,2345
492	2 269,0	841,686	11,366	938,262	2 800,61	2,5070	6,2923	3,2517	2,2083	4,6069	3,3073
496	2 448,7	836,549	12,254	956,792	2 801,69	2,5441	6,2636	3,2385	2,2396	4,6344	3,3834
500	2 639,2	831,313	13,199	975,431	2 802,48	2,5810	6,2351	3,2255	2,2714	4,6635	3,4631
504	2 840,9	825,976	14,204	994,185	2 802,98	2,6179	6,2068	3,2129	2,3037	4,6943	3,5465
508	3 054,3	820,534	15,273	1 013,06	2 803,17	2,6547	6,1786	3,2005	2,3365	4,7269	3,6342
512	3 279,8	814,982	16,409	1 032,06	2 803,05	2,6914	6,1504	3,1884	2,3697	4,7616	3,7263
516	3 517,9	809,318	17,617	1 051,20	2 802,60	2,7281	6,1223	3,1767	2,4036	4,7984	3,8233
520	3 769,0	803,535	18,900	1 070,48	2 801,81	2,7647	6,0942	3,1653	2,4380	4,8375	3,9257
524	4 033,6	797,629	20,264	1 089,91	2 800,66	2,8013	6,0661	3,1542	2,4730	4,8792	4,0341
528	4 312,2	791,594	21,712	1 109,49	2 799,14	2,8379	6,0379	3,1434	2,5086	4,9237	4,1490
532	4 605,2	785,425	23,252	1 129,25	2 797,23	2,8744	6,0097	3,1331	2,5449	4,9713	4,2710
536	4 913,3	779,115	24,887	1 149,18	2 794,91	2,9110	5,9814	3,1231	2,5820	5,0223	4,4011
540	5 236,9	772,657	26,627	1 169,29	2 792,17	2,9476	5,9530	3,1134	2,6198	5,0770	4,5400
544	5 576,5	766,042	28,476	1 189,60	2 788,98	2,9843	5,9243	3,1042	2,6585	5,1359	4,6888
548	5 932,7	759,263	30,443	1 210,13	2 785,32	3,0210	5,8955	3,0955	2,6980	5,1994	4,8487
552	6 306,0	752,308	32,538	1 230,88	2 781,16	3,0579	5,8663	3,0872	2,7385	5,2681	5,0210
556	6 697,0	745,169	34,769	1 251,86	2 776,48	3,0948	5,8369	3,0794	2,7800	5,3427	5,2075
560	7 106,2	737,831	37,147	1 273,11	2 771,24	3,1319	5,8071	3,0722	2,8225	5,4239	5,4099
564	7 534,4	730,283	39,685	1 294,63	2 765,41	3,1691	5,7769	3,0656	2,8662	5,5126	5,6306
568	7 981,9	722,508	42,396	1 316,44	2 758,95	3,2066	5,7462	3,0596	2,9110	5,6100	5,8723
572	8 449,6	714,489	45,297	1 338,58	2 751,82	3,2443	5,7150	3,0544	2,9572	5,7175	6,1382
576	8 938,1	706,206	48,404	1 361,06	2 743,97	3,2823	5,6831	3,0499	3,0048	5,8365	6,4324
580	9 448,0	697,638	51,739	1 383,93	2 735,33	3,3205	5,6506	3,0464	3,0539	5,9691	6,7598
584	9 980,0	688,757	55,326	1 407,20	2 725,86	3,3592	5,6172	3,0439	3,1046	6,1179	7,1265
588	10 535	679,533	59,193	1 430,93	2 715,46	3,3983	5,5829	3,0425	3,1571	6,2859	7,5403
592	11 113	669,930	63,373	1 455,16	2 704,06	3,4379	5,5476	3,0425	3,2115	6,4773	8,0112
596	11 716	659,907	67,907	1 479,95	2 691,55	3,4781	5,5110	3,0441	3,2681	6,6973	8,5523
600	12 345	649,411	72,842	1 505,36	2 677,81	3,5190	5,4731	3,0475	3,3271	6,9532	9,1809
604	12 999	638,38	78,239	1 531,48	2 662,69	3,5607	5,4336	3,0532	3,3889	7,2549	9,9206
608	13 681	626,74	84,173	1 558,42	2 646,01	3,6034	5,3922	3,0617	3,4538	7,6169	10,805
612	14 391	614,37	90,738	1 586,31	2 627,53	3,6473	5,3486	3,0738	3,5225	8,0608	11,881
616	15 131	601,15	98,060	1 615,33	2 606,96	3,6925	5,3023	3,0906	3,5956	8,6209	13,223
620	15 901	586,88	106,31	1 645,74	2 583,90	3,7396	5,2528	3,1140	3,6745	9,3541	14,945
624	16 703	571,25	115,72	1 677,90	2 557,80	3,7891	5,1992	3,1470	3,7608	10,360	17,243
628	17 538	553,84	126,64	1 712,37	2 527,86	3,8418	5,1404	3,1952	3,8576	11,822	20,479
632	18 409	533,92	139,65	1 750,06	2 492,80	3,8991	5,0743	3,2689	3,9701	14,105	25,412
636	19 317	510,42	155,75	1 792,35	2 450,34	3,9631	4,9976	3,3873	4,1098	17,995	33,945
640	20 265	481,53	177,15	1 841,77	2 395,51	4,0375	4,9027	3,5815	4,3061	25,942	52,586
642	20 756	463,67	191,53	1 871,12	2 359,67	4,0817	4,8427	3,7256	4,4520	34,929	73,787
644	21 259	440,73	210,99	1 907,35	2 312,57	4,1363	4,7655	3,9543	4,6763	58,910	125,31
646	21 775	402,96	243,46	1 963,49	2 238,06	4,2214	4,6465	4,5943	5,1457	204,58	385,23
647,096	22 064	322	322	2 084,26	2 084,26	4,4070	∞	∞	∞	∞	∞

Tableau 4 – Domaine fluide monophasique

T (K)	ρ (kg · m ⁻³)	h (kJ · kg ⁻¹)	s (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_V (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_p (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	T (K)	ρ (kg · m ⁻³)	h (kJ · kg ⁻¹)	s (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_V (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_p (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)
$\rho = 0,05$ MPa (0,5 bar)						$\rho = 0,101\ 325$ MPa (1 atm)					
273,156	999,817	0,034	- 0,0001	4,2172	4,2197	273,153	999,843	0,074	- 0,0001	4,2170	4,2194
280	999,886	28,845	0,1041	4,2000	4,2011	280	999,911	28,895	0,1041	4,1998	4,2009
290	998,780	70,775	0,2513	4,1682	4,1868	290	998,804	70,824	0,2512	4,1680	4,1866
300	996,534	112,608	0,3931	4,1303	4,1808	300	996,557	112,655	0,3931	4,1302	4,1806
310	993,361	154,406	0,5301	4,0878	4,1794	310	993,384	154,451	0,5301	4,0876	4,1792
320	989,404	196,204	0,6628	4,0415	4,1807	320	989,427	196,249	0,6628	4,0414	4,1805
330	984,764	238,025	0,7915	3,9925	4,1838	330	984,787	238,068	0,7915	3,9923	4,1837
340	979,513	279,884	0,9165	3,9415	4,1884	340	979,536	279,927	0,9165	3,9414	4,1883
350	973,706	321,798	1,0380	3,8895	4,1946	350	973,728	321,839	1,0380	3,8894	4,1945
354,467	970,942	340,542	1,0912	3,8660	4,1979	360	967,404	363,822	1,1562	3,8369	4,2023
354,467	0,30864	2 645,22	7,5930	1,5136	2,0157	370	960,592	405,892	1,2715	3,7845	4,2121
360	0,30366	2 656,32	7,6241	1,5012	1,9987	373,124	958,367	419,058	1,3069	3,7683	4,2156
370	0,29510	2 676,20	7,6786	1,4877	1,9788	373,124	0,59766	2 675,53	7,3544	1,5558	2,0799
380	0,28705	2 695,92	7,7311	1,4799	1,9662	380	0,58601	2 689,73	7,3921	1,5372	2,0532
390	0,27947	2 715,54	7,7821	1,4753	1,9579	390	0,56999	2 710,12	7,4451	1,5201	2,0271
400	0,27229	2 735,09	7,8316	1,4729	1,9525	400	0,55494	2 730,30	7,4962	1,5091	2,0093
410	0,26550	2 754,59	7,8798	1,4722	1,9494	410	0,54075	2 750,33	7,5457	1,5020	1,9967
420	0,25905	2 774,08	7,9267	1,4728	1,9479	420	0,52734	2 770,25	7,5937	1,4975	1,9878
430	0,25292	2 793,56	7,9726	1,4743	1,9479	430	0,51462	2 790,09	7,6404	1,4951	1,9818
440	0,24708	2 813,04	8,0173	1,4767	1,9488	440	0,50254	2 809,89	7,6859	1,4942	1,9780
450	0,24151	2 832,54	8,0612	1,4797	1,9507	450	0,49105	2 829,66	7,7303	1,4947	1,9759
460	0,23620	2 852,06	8,1041	1,4832	1,9532	460	0,48009	2 849,41	7,7737	1,4961	1,9752
470	0,23112	2 871,60	8,1461	1,4872	1,9563	470	0,46964	2 869,17	7,8162	1,4983	1,9756
480	0,22625	2 891,18	8,1873	1,4915	1,9599	480	0,45965	2 888,93	7,8578	1,5011	1,9769
490	0,22159	2 910,80	8,2278	1,4961	1,9639	490	0,45009	2 908,71	7,8986	1,5045	1,9789
500	0,21712	2 930,46	8,2675	1,5009	1,9681	500	0,44093	2 928,51	7,9386	1,5084	1,9816
520	0,20871	2 969,92	8,3449	1,5112	1,9775	520	0,42371	2 968,21	8,0164	1,5171	1,9884
540	0,20093	3 009,57	8,4197	1,5221	1,9877	540	0,40782	3 008,05	8,0916	1,5268	1,9967
560	0,19371	3 049,43	8,4922	1,5335	1,9985	560	0,39309	3 048,08	8,1644	1,5374	2,0060
580	0,18700	3 089,51	8,5625	1,5453	2,0098	580	0,37941	3 088,30	8,2350	1,5485	2,0161
600	0,18075	3 129,83	8,6308	1,5574	2,0215	600	0,36660	3 128,73	8,3035	1,5600	2,0269
650	0,16680	3 231,66	8,7938	1,5886	2,0521	650	0,33827	3 230,79	8,4669	1,5904	2,0558
700	0,15485	3 335,05	8,9471	1,6210	2,0840	700	0,31399	3 334,34	8,6203	1,6223	2,0868
750	0,14451	3 440,08	9,0920	1,6544	2,1170	750	0,29298	3 439,49	8,7654	1,6553	2,1191
800	0,13547	3 546,77	9,2297	1,6885	2,1509	800	0,27462	3 546,27	8,9032	1,6892	2,1526
850	0,12749	3 655,18	9,3611	1,7233	2,1855	850	0,25843	3 654,76	9,0348	1,7238	2,1868
900	0,12040	3 765,33	9,4870	1,7585	2,2206	900	0,24404	3 764,97	9,1607	1,7589	2,2217
950	0,11406	3 877,25	9,6080	1,7939	2,2560	950	0,23118	3 876,93	9,2818	1,7943	2,2568
1 000	0,10835	3 990,93	9,7247	1,8294	2,2914	1 000	0,21960	3 990,65	9,3985	1,8297	2,2921
1 050	0,10319	4 106,39	9,8373	1,8648	2,3267	1 050	0,20914	4 106,14	9,5111	1,8650	2,3273
1 100	0,09850	4 223,59	9,9463	1,8998	2,3616	1 100	0,19962	4 223,37	9,6202	1,9000	2,3621
1 150	0,09421	4 342,54	10,052	1,9343	2,3961	1 150	0,19093	4 342,34	9,7260	1,9344	2,3965
1 200	0,09029	4 463,19	10,155	1,9681	2,4299	1 200	0,18297	4 463,01	9,8287	1,9682	2,4303
1 250	0,08667	4 585,51	10,255	2,0012	2,4629	1 250	0,17565	4 585,35	9,9286	2,0013	2,4633
1 273	0,08511	4 642,33	10,300	2,0161	2,4778	1 273	0,17248	4 642,18	9,9736	0,0162	2,4781
1 500	0,0719	5 228	10,77			1 500	0,1445	5 227	10,40		2,65
2 000	0,0538	6 734	11,58			2 000	0,1080	6 706	11,25		3,79
2 500	0,0417	9 330	12,73			2 500	0,0902	9 046	12,28		

Tableau 4 – Domaine fluide monophasique (suite)

T (K)	ρ (kg · m ⁻³)	h (kJ · kg ⁻¹)	s (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_V (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_p (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	T (K)	ρ (kg · m ⁻³)	h (kJ · kg ⁻¹)	s (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_V (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_p (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)
$p = 0,25$ MPa (2,5 bar)						$p = 0,50$ MPa (5 bar)					
273,142	999,918	0,179	- 0,0003	4,2163	4,2187	273,123	1 000,04	0,353	- 0,0005	4,2152	4,2176
280	1 000,010	8,011	0,0283	4,2121	4,2128	280	1 000,10	29,289	0,1041	4,1981	4,1993
290	998,873	70,965	0,2512	4,1675	4,1861	290	998,99	71,203	0,2512	4,1665	4,1853
300	996,624	112,792	0,3930	4,1297	4,1802	300	996,736	113,022	0,3930	4,1289	4,1795
310	993,449	154,584	0,5301	4,0872	4,1789	310	993,559	154,808	0,5300	4,0864	4,1782
320	989,492	196,378	0,6627	4,0410	4,1802	320	989,601	196,595	0,6626	4,0403	4,1796
330	984,852	238,194	0,7914	3,9920	4,1833	330	984,961	238,406	0,7913	3,9914	4,1828
340	979,601	280,049	0,9164	3,9411	4,1880	340	979,711	280,255	0,9162	3,9406	4,1874
350	973,795	321,958	1,0379	3,8891	4,1941	350	973,906	322,159	1,0377	3,8886	4,1936
360	967,471	363,938	1,1561	3,8366	4,2020	360	967,585	364,133	1,1559	3,8362	4,2015
370	960,661	406,005	1,2714	3,7843	4,2118	370	960,778	406,195	1,2712	3,7839	4,2112
380	953,385	448,181	1,3838	3,7326	4,2238	380	953,505	448,365	1,3836	3,7322	4,2232
390	945,658	490,489	1,4937	3,6819	4,2383	390	945,782	490,667	1,4935	3,6815	4,2376
400	937,488	532,956	1,6013	3,6324	4,2555	400	937,617	533,127	1,6010	3,6321	4,2548
400,561	937,016	535,345	1,6072	3,6296	4,2566	410	929,012	575,774	1,7063	3,5840	4,2751
400,561	1,3915	2 716,49	7,0524	1,6457	2,2219	420	919,964	618,640	1,8096	3,5375	4,2988
410	1,3551	2737,14	7,1034	1,6045	2,1605	424,981	915,290	640,085	1,8604	3,5150	4,3120
420	1,3191	2 758,53	7,1550	1,5790	2,1203	424,981	2,6680	2 748,11	6,8207	1,7593	2,4103
430	1,2854	2 779,59	7,2045	1,5620	2,0920	430	2,6297	2 760,04	6,8486	1,7170	2,3469
440	1,2536	2 800,40	7,2524	1,5501	2,0712	440	2,5579	2 783,07	6,9015	1,6661	2,2671
450	1,2236	2 821,03	7,2987	1,5417	2,0556	450	2,4913	2 805,47	6,9519	1,6352	2,2159
460	1,1952	2 841,52	7,3438	1,5361	2,0439	460	2,4290	2 827,44	7,0001	1,6137	2,1787
470	1,1682	2 861,92	7,3876	1,5327	2,0353	470	2,3705	2 849,08	7,0467	1,5981	2,1504
480	1,1426	2 882,24	7,4304	1,5308	2,0292	480	2,3153	2 870,47	7,0917	1,5866	2,1285
490	1,1181	2 902,51	7,4722	1,5304	2,0251	490	2,2631	2 891,66	7,1354	1,5784	2,1116
500	1,0947	2 922,75	7,5131	1,5325	2,0213	500	2,2135	2 912,71	7,1779	1,5726	2,0984
520	1,0510	2 963,18	7,5924	1,5347	2,0212	520	2,1215	2 954,48	7,2599	1,5666	2,0807
540	1,0108	3 003,62	7,6687	1,5409	2,0234	540	2,0376	2 995,99	7,3382	1,5659	2,0713
560	0,97373	3 044,13	7,7423	1,5487	2,0282	560	1,9607	3 037,37	7,4134	1,5687	2,0674
580	0,93935	3 084,76	7,8136	1,5578	2,0348	580	1,8898	3 078,71	7,4860	1,5741	2,0674
600	0,90740	3 125,53	7,8827	1,5678	2,0428	600	1,8242	3 120,09	7,5561	1,5813	2,0703
650	0,83647	3 228,25	8,0472	1,5955	2,0668	650	1,6792	3 223,95	7,7224	1,6044	2,0858
700	0,77600	3 332,28	8,2013	1,6259	2,0948	700	1,5564	3 328,79	7,8777	1,6321	2,1085
750	0,72380	3 437,77	8,3469	1,6579	2,1252	750	1,4507	3 434,88	8,0241	1,6624	2,1355
800	0,67823	3 544,83	8,4851	1,6912	2,1573	800	1,3587	3 542,39	8,1629	1,6946	2,1653
850	0,63811	3 653,52	8,6168	1,7254	2,1906	850	1,2779	3 651,44	8,2951	1,7280	2,1969
900	0,60249	3 763,90	8,7430	1,7601	2,2247	900	1,2062	3 762,10	8,4216	1,7622	2,2299
950	0,57066	3 876,00	8,8642	1,7953	2,2593	950	1,1422	3 874,44	8,5431	1,7969	2,2636
1 000	0,54204	3 989,84	8,9810	1,8305	2,2942	1 000	1,0848	3 988,47	8,6600	1,8319	2,2977
1 050	0,51616	4 105,42	9,0938	1,8657	2,3290	1 050	1,0328	4 104,21	8,7730	1,8668	2,3320
1 100	0,49264	4 222,74	9,2029	1,9005	2,3636	1 100	0,98568	4 221,67	8,8822	1,9015	2,3662
1 150	0,47118	4 341,78	9,3088	1,9349	2,3978	1 150	0,94266	4 340,82	8,9882	1,9357	2,4000
1 200	0,45152	4 462,51	9,4115	1,9687	2,4314	1 200	0,90325	4 461,66	9,0910	1,9694	2,4333
1 250	0,43343	4 584,90	9,5114	2,0017	2,4642	1 250	0,86702	4 584,14	9,1910	2,0023	2,4659
1 273	0,42559	4 641,75	9,5565	2,0166	2,4791	1 273	0,85132	4 641,02	9,2361	2,0171	2,4806
						1 500	0,7220	5 225	9,66		2,66
						2 000	0,5405	6 662	10,48		3,40
						2 500	0,4255	8 621	11,35		

Tableau 4 – Domaine fluide monophasique (suite)

T (K)	ρ (kg · m ⁻³)	h (kJ · kg ⁻¹)	s (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_V (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_p (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	T (K)	ρ (kg · m ⁻³)	h (kJ · kg ⁻¹)	s (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_V (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_p (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)
$\rho = 0,75$ MPa (7,5 bar)						$\rho = 1$ MPa (10 bar)					
273,105	1 000,17	0,532	- 0,0008	4,2140	4,2164	273,086	1 000,30	0,706	- 0,0011	4,2129	4,2152
280	1 000,23	29,536	0,1041	4,1971	4,1983	280	1 000,35	29,783	0,1041	4,1960	4,1973
290	999,104	71,441	0,2511	4,1656	4,1845	290	999,220	71,678	0,2511	4,1647	4,1836
300	996,848	113,252	0,3929	4,1280	4,1788	300	996,960	113,482	0,3928	4,1272	4,1781
310	993,669	155,031	0,5299	4,0857	4,1776	310	993,779	155,255	0,5298	4,0850	4,1770
320	989,710	196,813	0,6625	4,0397	4,1790	320	989,819	197,030	0,6624	4,0390	4,1784
330	985,070	238,617	0,7912	3,9908	4,1822	330	985,179	238,829	0,7910	3,9902	4,1816
340	979,821	280,462	0,9161	3,9400	4,1869	340	979,931	280,668	0,9159	3,9395	4,1863
350	974,018	322,360	1,0375	3,8881	4,1931	350	974,429	322,561	1,0374	3,8876	4,1925
360	967,699	364,328	1,1558	3,8357	4,2009	360	967,812	364,523	1,1556	3,8353	4,2004
370	960,894	406,384	1,2710	3,7835	4,2107	370	961,010	406,574	1,2708	3,7831	4,2101
380	953,625	448,549	1,3834	3,7319	4,2226	380	953,744	448,733	1,3832	3,7315	4,2220
390	945,906	490,845	1,4933	3,6812	4,2370	390	946,029	491,022	1,4931	3,6809	4,2364
400	937,745	533,298	1,6008	3,6318	4,2542	400	937,873	533,469	1,6005	3,6315	4,2535
410	929,145	575,938	1,7061	3,5838	4,2744	410	929,279	576,102	1,7058	3,5835	4,2737
420	920,104	618,797	1,8094	3,5373	4,2980	420	920,244	618,954	1,8091	3,5370	4,2972
430	910,613	661,910	1,9108	3,4924	4,3254	430	910,760	662,059	1,9105	3,4922	4,3245
440	900,659	705,319	2,0106	3,4493	4,3570	440	900,814	705,458	2,0103	3,4491	4,3561
440,899	899,741	709,235	2,0195	3,4455	4,3601	450	890,386	749,197	2,1086	3,4076	4,3924
440,899	3,9137	2 765,64	6,6836	1,8502	2,5695	453,028	887,129	762,515	2,1381	3,3954	4,4045
450	3,8109	2 788,34	6,7346	1,7612	2,4320	453,028	5,1450	2 777,11	6,5850	1,9271	2,7114
460	3,7073	2 812,19	6,7870	1,7085	2,3456	460	5,0376	2 795,49	6,6253	1,8387	2,5726
470	3,6113	2 835,34	6,8368	1,6746	2,2872	470	4,8960	2 820,57	6,6792	1,7677	2,4551
480	3,5217	2 857,98	6,8845	1,6504	2,2438	480	4,7658	2 844,72	6,7301	1,7239	2,3787
490	3,4377	2 880,25	6,9304	1,6323	2,2101	490	4,6451	2 868,22	6,7785	1,6930	2,3227
500	3,3586	2 902,21	6,9747	1,6188	2,1837	500	4,5323	2 891,22	6,8250	1,6699	2,2795
520	3,2129	2 945,48	7,0596	1,6013	2,1462	520	4,3268	2 936,15	6,9131	1,6389	2,2180
540	3,0814	2 988,15	7,1401	1,5926	2,1229	540	4,1431	2 980,09	6,9960	1,6213	2,1787
560	2,9616	3 030,46	7,2171	1,5899	2,1091	560	3,9771	3 023,39	7,0748	1,6123	2,1536
580	2,8518	3 072,56	7,2909	1,5912	2,1018	580	3,8258	3 066,29	7,1501	1,6090	2,1380
600	2,7506	3 114,56	7,3621	1,5953	2,0991	600	3,6871	3 108,96	7,2224	1,6098	2,1292
650	2,5284	3 219,61	7,5303	1,6135	2,1053	650	3,3843	3 215,23	7,3925	1,6227	2,1254
700	2,3412	3 325,28	7,6869	1,6383	2,1225	700	3,1305	3 321,74	7,5504	1,6447	2,1368
750	2,1807	3 431,97	7,8341	1,6670	2,1460	750	2,9140	3 429,05	7,6984	1,6715	2,1566
800	2,0415	3 539,94	7,9735	1,6980	2,1734	800	2,7265	3 537,49	7,8384	1,7014	2,1816
850	1,9193	3 649,35	8,1061	1,7306	2,2033	850	2,5624	3 647,26	7,9715	1,7332	2,2098
900	1,8112	3 760,30	8,2329	1,7643	2,2350	900	2,4174	3 758,50	8,0986	1,7663	2,2402
950	1,7147	3 872,87	8,3547	1,7986	2,2678	950	2,2882	3 871,30	8,2206	1,8003	2,2721
1 000	1,6282	3 987,10	8,4718	1,8332	2,3013	1 000	2,1723	3 985,72	8,3380	1,8346	2,3048
1 050	1,5500	4 103,00	8,5849	1,8679	2,3350	1 050	2,0678	4 101,79	8,4512	1,8691	2,3380
1 100	1,4791	4 220,60	8,6943	1,9024	2,3687	1 100	1,9729	4 219,52	8,5608	1,9034	2,3713
1 150	1,4144	4 339,87	8,8004	1,9365	2,4022	1 150	1,8865	4 338,91	8,6669	1,9373	2,4044
1 200	1,3552	4 460,80	8,9033	1,9701	2,4352	1 200	1,8074	4 459,95	8,7699	1,9708	2,4371
1 250	1,3008	4 583,38	9,0034	2,0029	2,4676	1 250	1,7347	4 582,61	8,8701	2,0035	2,4692
1 273	1,2772	4 640,30	9,0485	2,0177	2,4822	1 273	1,7032	4 639,57	8,9152	2,0183	2,4838
						1 500	1,4451	5 224	9,34		2,65
						2 000	1,0810	6 649	10,15		3,29
						2 500	0,8540	8 504	10,80		

Tableau 4 – Domaine fluide monophasique (suite)

T (K)	ρ (kg · m ⁻³)	h (kJ · kg ⁻¹)	s (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_V (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_p (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	T (K)	ρ (kg · m ⁻³)	h (kJ · kg ⁻¹)	s (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_V (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_p (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)
$p = 2 \text{ MPa (20 bar)}$						$p = 4 \text{ MPa (40 bar)}$					
273,012	1 000,80	1,411	- 0,0022	4,2084	4,2105	272,863	1 001,80	2,815	- 0,0043	4,1995	4,2013
280	1 000,83	30,769	0,1040	4,1918	4,1932	280	1 001,80	32,737	0,1039	4,1835	4,1853
290	999,682	72,628	0,2509	4,1610	4,1804	290	1 000,60	74,525	0,2506	4,1537	4,1739
300	997,408	114,402	0,3925	4,1239	4,1753	300	998,300	116,239	0,3920	4,1175	4,1698
310	994,218	156,148	0,5294	4,0820	4,1745	310	995,094	157,933	0,5287	4,0762	4,1695
320	990,254	197,899	0,6620	4,0364	4,1761	320	991,123	199,636	0,6611	4,0311	4,1715
330	985,614	239,676	0,7905	3,9878	4,1794	330	986,482	241,368	0,7895	3,9831	4,1750
340	980,370	281,492	0,9154	3,9373	4,1842	340	981,244	283,141	0,9142	3,9331	4,1798
350	974,573	323,363	1,0367	3,8857	4,1903	350	975,459	324,969	1,0355	3,8818	4,1860
360	968,265	365,305	1,1549	3,8335	4,1982	360	969,167	366,867	1,1535	3,8301	4,1938
370	961,474	407,333	1,2700	3,7815	4,2078	370	962,398	408,851	1,2685	3,7784	4,2034
380	954,222	449,468	1,3824	3,7301	4,2197	380	955,172	450,941	1,3808	3,7272	4,2150
390	946,523	491,734	1,4922	3,6796	4,2339	390	947,505	493,159	1,4904	3,6770	4,2290
400	938,385	534,155	1,5996	3,6303	4,2508	400	939,404	535,529	1,5977	3,6279	4,2456
410	929,812	576,761	1,7048	3,5824	4,2708	410	930,873	578,080	1,7028	3,5803	4,2651
420	920,802	619,582	1,8080	3,5361	4,2941	420	921,911	620,842	1,8058	3,5341	4,2879
430	911,346	662,654	1,9093	3,4913	4,3211	430	912,511	663,849	1,9070	3,4896	4,3143
440	901,432	706,017	2,0090	3,4483	4,3522	440	902,660	707,140	2,0065	3,4466	4,3447
450	891,041	749,715	2,1072	3,4069	4,3881	450	892,342	750,758	2,1046	3,4054	4,3796
460	880,147	793,797	2,2041	3,3672	4,4294	460	881,531	794,750	2,2012	3,3658	4,4198
470	868,716	838,323	2,2999	3,3292	4,4768	470	870,196	839,173	2,2968	3,3279	4,4658
480	856,705	883,358	2,3947	3,2930	4,5316	480	858,296	884,091	2,3913	3,2918	4,5189
485,527	849,798	908,498	2,4468	3,2737	4,5655	490	845,782	929,578	2,4851	3,2573	4,5802
485,527	10,0420	2 798,29	6,3390	2,1585	3,1910	500	832,586	975,728	2,5784	3,2247	4,6515
490	9,8890	2 812,20	6,3675	2,0682	3,0364	520	803,796	1 070,48	2,7642	3,1651	4,8345
500	9,5781	2841,37	6,4265	1,9462	2,8185	523,504	798,368	1 087,49	2,7968	3,1555	4,8739
520	9,0447	2 895,14	6,5319	1,8233	2,5841	523,504	20,090	2 800,82	6,0696	2,4686	4,0203
540	8,5934	2 945,37	6,6267	1,7558	2,4489	540	18,831	2 860,77	6,1824	2,1565	3,3517
560	8,2008	2 993,41	6,7141	1,7143	2,3614	560	17,642	2 923,65	6,2968	1,9887	2,9751
580	7,8530	3 040,02	6,7959	1,6886	2,3028	580	16,675	2 980,77	6,3970	1,8909	2,7536
600	7,5406	3 085,65	6,8732	1,6733	2,2629	600	15,857	3 034,30	6,4878	1,8282	2,6090
650	6,8767	3 197,28	7,0520	1,6619	2,2112	650	14,232	3 159,17	6,6878	1,7506	2,4139
700	6,3346	3 307,37	7,2151	1,6710	2,1965	700	12,985	3 277,49	6,8632	1,7278	2,3300
750	5,8796	3 417,24	7,3667	1,6902	2,2004	750	11,976	3 392,98	7,0225	1,7295	2,2952
800	5,4901	3 527,59	7,5092	1,7153	2,2150	800	11,134	3 507,42	7,1702	1,7439	2,2856
850	5,1518	3 638,84	7,6441	1,7438	2,2360	850	10,415	3 621,78	7,3089	1,7655	2,2906
900	4,8547	3 751,26	7,7726	1,7747	2,2613	900	9,7910	3 736,63	7,4402	1,7916	2,3047
950	4,5912	3 865,02	7,8956	1,8070	2,2893	950	9,2430	3 852,34	7,5653	1,8205	2,3245
1 000	4,3558	3 980,22	8,0137	1,8401	2,3191	1 000	8,7568	3 969,15	7,6851	1,8511	2,3482
1 050	4,1439	4 096,94	8,1276	1,8736	2,3500	1 050	8,3217	4 087,20	7,8003	1,8827	2,3744
1 100	3,9521	4 215,23	8,2377	1,9072	2,3815	1 100	7,9296	4 206,61	7,9114	1,9148	2,4022
1 150	3,7777	4 335,10	8,3443	1,9406	2,4132	1 150	7,5742	4 327,44	8,0188	1,9471	2,4309
1 200	3,6182	4 456,54	8,4476	1,9735	2,4447	1 200	7,2504	4 449,71	8,1229	1,9791	2,4601
1 250	3,4719	4 579,56	8,5481	2,0059	2,4759	1 250	6,9538	4 573,45	8,2239	2,0107	2,4893
1 273	3,4085	4 636,67	8,5933	2,0205	2,4901	1 273	6,8256	4 630,86	8,2694	2,0251	2,5027
1 500	2,9325	5 221	9,015		2,66	1 500	5,7800	5 217	8,693		2,66
2 000	2,1645	6 639	9,828		3,21	2 000	4,3290	6 629	9,503		3,14
2 500	1,7153	8 413	10,62			2 500	3,4364	8 432	10,26		

Tableau 4 – Domaine fluide monophasique (suite)

T (K)	ρ (kg · m ⁻³)	h (kJ · kg ⁻¹)	s (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_v (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_p (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	T (K)	ρ (kg · m ⁻³)	h (kJ · kg ⁻¹)	s (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_v (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_p (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)
$p = 6$ MPa (60 bar)						$p = 8$ MPa (80 bar)					
272,713	1 002,80	4,211	- 0,0065	4,1906	4,1921	272,562	1 003,80	5,600	- 0,0087	4,1818	4,1831
280	1 002,76	34,700	0,1038	4,1753	4,1774	280	1 003,72	36,659	0,1037	4,1672	4,1698
290	1 001,52	76,418	0,2502	4,1465	4,1676	290	1 002,43	78,308	0,2498	4,1394	4,1613
300	999,189	118,074	0,3914	4,1110	4,1643	300	1 000,07	119,905	0,3909	4,1047	4,1589
310	995,966	159,716	0,5280	4,0705	4,1646	310	996,834	161,497	0,5272	4,0648	4,1597
320	991,987	201,372	0,6602	4,0260	4,1669	320	992,847	203,106	0,6593	4,0208	4,1624
330	987,346	243,059	0,7885	3,9784	4,1706	330	988,206	244,749	0,7875	3,9738	4,1663
340	982,113	284,789	0,9131	3,9289	4,1756	340	982,979	286,437	0,9119	3,9247	4,1714
350	976,340	326,575	1,0342	3,8780	4,1818	350	977,217	328,181	1,0329	3,8742	4,1776
360	970,065	368,430	1,1521	3,8266	4,1895	360	970,958	369,993	1,1507	3,8232	4,1852
370	963,317	410,370	1,2670	3,7752	4,1989	370	964,230	411,891	1,2655	3,7721	4,1945
380	956,117	452,415	1,3791	3,7244	4,2104	380	957,056	453,891	1,3775	3,7216	4,2058
390	948,480	494,585	1,4887	3,6744	4,2241	390	949,450	496,014	1,4869	3,6719	4,2193
400	940,415	536,905	1,5958	3,6256	4,2404	400	941,420	538,285	1,5940	3,6233	4,2353
410	931,926	579,402	1,7008	3,5782	4,2595	410	932,972	580,729	1,6988	3,5760	4,2540
420	923,012	622,106	1,8037	3,5322	4,2818	420	924,104	623,375	1,8015	3,5303	4,2758
430	913,666	665,050	1,9047	3,4878	4,3076	430	914,811	666,256	1,9024	3,4860	4,3010
440	903,877	708,271	2,0041	3,4450	4,3373	440	905,082	709,408	2,0016	3,4434	4,3300
450	893,629	751,810	2,1019	3,4039	4,3714	450	894,903	752,871	2,0993	3,4024	4,3632
460	882,899	795,714	2,1934	3,3644	4,4104	460	884,252	796,689	2,1956	3,3631	4,4013
470	871,657	840,037	2,2937	3,3266	4,4552	470	873,100	840,914	2,2907	3,3254	4,4447
480	859,865	884,840	2,3881	3,2905	4,5065	480	861,413	885,605	2,3848	2,2893	4,4946
490	847,477	930,194	2,4816	3,2561	4,5658	490	849,146	930,830	2,4781	3,2549	4,5519
500	834,430	976,187	2,5745	3,2234	4,6345	500	836,242	976,672	2,5707	3,2222	4,6180
520	806,031	1 070,53	2,7595	3,1637	4,8095	520	808,217	1 070,62	2,7549	3,1623	4,7857
540	773,728	1 169,08	2,9454	3,1126	5,0620	540	776,478	1 168,57	2,9397	3,1107	5,0243
548,735	757,998	1 213,92	3,0278	3,0939	5,2116	560	739,463	1 272,45	3,1285	3,0707	5,3942
548,735	30,818	2 784,59	5,8901	2,7054	4,8794	568,158	722,196	1 317,31	3,2081	3,0594	5,6141
560	29,166	2 834,79	5,9807	2,4167	4,1214	568,158	42,507	2 758,68	5,7450	2,9128	5,8823
580	26,947	2 909,84	6,1125	2,1666	3,4632	580	39,647	2 820,74	5,8531	2,5673	4,7449
600	25,247	2 975,22	6,2233	2,0262	3,1043	600	36,218	2 905,60	5,9971	2,2806	3,8537
650	22,175	3 117,76	6,4517	1,8540	2,6670	650	30,854	3 072,49	6,2647	1,9732	2,9863
700	19,998	3 245,96	6,6418	1,7905	2,4848	700	27,431	3 212,65	6,4726	1,8591	2,6645
750	18,312	3 367,82	6,8100	1,7714	2,4001	750	24,914	3 341,73	6,6507	1,8157	2,5163
800	16,943	3 486,73	6,9635	1,7737	2,3616	800	22,929	3 465,51	6,8105	1,8047	2,4434
850	15,795	3 604,40	7,1062	1,7878	2,3483	850	21,299	3 586,70	6,9575	1,8106	2,4091
900	14,842	3 721,80	7,2404	1,8088	2,3499	900	19,922	3 706,79	7,0948	1,8262	2,3969
950	13,957	3 839,54	7,3677	1,8341	2,3609	950	18,735	3 826,62	7,2243	1,8478	2,3983
1 000	13,204	3 957,99	7,4892	1,8621	2,3780	1 000	17,698	3 946,76	7,3476	1,8732	2,4085
1 050	12,534	4 077,41	7,6057	1,8918	2,3993	1 050	16,781	4 067,57	7,4655	1,9009	2,4246
1 100	11,933	4 197,96	7,7179	1,9224	2,4232	1 100	15,962	4 189,28	7,5787	1,9301	2,4445
1 150	11,390	4 319,76	7,8262	1,9535	2,4489	1 150	15,224	4 312,06	7,5879	1,9600	2,4670
1 200	10,896	4 442,87	7,9310	1,9847	2,4756	1 200	14,556	4 436,02	7,7934	1,9902	2,4912
1 250	10,446	4 567,33	8,0326	2,0156	2,5028	1 250	13,948	4 561,20	7,8956	2,0204	2,5164
1 273	10,251	4 625,04	8,0783	2,0296	2,5154	1 273	13,686	4 619,22	7,9416	2,0341	2,5282
1 500	8,673	5 212	8,503		2,67	1 500	11,561	5 207	8,368		2,67
2 000	6,481	6 623	9,313		3,11	2 000	8,643	6 619	9,178		3,09
2 500	5,149	8 307	10,060			2 500	6,863	8 285	9,920		

Tableau 4 – Domaine fluide monophasique (suite)

T (K)	ρ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	h ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)	s ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	c_V ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	c_p ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	T (K)	ρ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	h ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)	s ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	c_V ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	c_p ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)
$p = 10 \text{ MPa (100 bar)}$						$p = 15 \text{ MPa (150 bar)}$					
272,410	1 004,79	6,981	- 0,0110	4,1732	4,1742	272,025	1 007,27	10,398	- 0,0167	4,1519	4,1524
280	1 004,67	38,613	0,1035	4,1593	4,1622	280	1 007,04	43,476	0,1032	4,1398	4,1440
290	1 003,34	80,193	0,2495	4,1323	4,1552	290	1 005,60	84,892	0,2485	4,1151	4,1403
300	1 000,96	121,734	0,3903	4,0984	4,1536	300	1 003,14	126,295	0,3889	4,0830	4,1407
310	997,699	163,276	0,5265	4,0591	4,1550	310	999,844	167,713	0,5247	4,0453	4,1433
320	993,704	204,839	0,6585	4,0157	4,1580	320	995,830	209,164	0,6563	4,0032	4,1471
330	989,062	246,438	0,7865	3,9692	4,1621	330	991,186	250,657	0,7840	3,9579	4,1516
340	983,840	288,084	0,9108	3,9205	4,1672	340	985,977	292,200	0,9080	3,9103	4,1570
350	978,089	329,786	1,0317	3,8705	4,1734	350	980,251	333,800	1,0286	3,8612	4,1632
360	971,846	371,557	1,1493	3,8198	4,1810	360	974,046	375,468	1,1459	3,8113	4,1707
370	965,139	413,412	1,2640	3,7690	4,1902	370	967,389	417,219	1,2603	3,7614	4,1796
380	957,990	455,368	1,3759	3,7188	4,2013	380	960,300	459,067	1,3719	3,7118	4,1903
390	950,413	497,445	1,4852	3,6693	4,2145	390	952,975	501,031	1,4809	3,6630	4,2030
400	942,418	539,667	1,5921	3,6210	4,2302	400	944,884	543,133	1,5875	3,6152	4,2179
410	934,009	582,059	1,6968	3,5739	4,2486	410	936,572	585,398	1,6919	3,5687	4,2354
420	925,187	624,649	1,7994	3,5283	4,2699	420	927,859	627,850	1,7942	3,5236	4,2556
430	915,946	667,468	1,9002	3,4843	4,2946	430	918,743	670,521	1,8946	3,4800	4,2790
440	906,277	710,552	1,9992	3,4418	4,3229	440	909,216	713,441	1,9933	3,4379	4,3057
450	896,165	753,940	2,0967	3,4010	4,3553	450	899,265	756,647	2,0904	3,3973	4,3362
460	885,590	797,674	2,1928	3,3617	4,3923	460	888,874	800,179	2,1860	3,3584	4,3709
470	874,527	841,804	2,2877	3,3241	4,4346	470	878,020	844,081	2,2804	3,3210	4,4104
480	862,941	886,386	2,3816	2,2881	4,4829	480	866,675	888,404	2,3738	3,2852	4,4553
490	850,791	931,486	2,4746	3,2538	4,5384	490	854,803	933,207	2,4661	3,2509	4,5065
500	838,025	977,182	2,5669	3,2211	4,6022	500	842,359	978,557	2,5578	3,2182	4,5650
520	810,357	1 070,75	2,7504	3,1609	4,7630	520	815,520	1 071,24	2,7395	3,1578	4,7104
540	779,149	1 168,13	2,9341	3,1088	4,9891	540	785,517	1 167,33	2,9208	3,1047	4,9096
560	743,005	1 271,08	3,1213	3,0675	5,3323	560	751,276	1 268,22	3,1042	3,0606	5,1990
580	699,049	1 383,07	3,3177	3,0445	5,9333	580	710,785	1 376,43	3,2940	3,0304	5,6647
584,147	688,424	1 408,06	3,3606	3,0438	6,1237	600	659,407	1 497,65	3,4994	3,0282	6,5830
584,147	55,463	2 725,49	5,6160	3,1065	7,1408	615,305	603,518	1 610,20	3,6846	3,0873	8,5132
600	49,773	2 819,96	5,7756	2,6239	5,1365	615,305	96,727	2 610,70	5,3106	3,5826	12,967
650	40,479	3 022,57	6,1009	2,1103	3,3968	650	71,186	2 868,61	5,7200	2,5511	5,1902
700	35,355	3 177,36	6,3305	1,9338	2,8741	700	57,942	3 078,95	6,0324	2,1479	3,5762
750	31,810	3 314,65	6,5200	1,8625	2,6452	750	50,564	3 242,26	6,2580	1,9899	3,0329
800	29,107	3 443,75	6,6867	1,8367	2,5313	800	45,484	3 386,89	6,4448	1,9212	2,7808
850	26,933	3 568,69	6,8382	1,8339	2,4732	850	41,632	3 522,29	6,6090	1,8941	2,6486
900	25,123	3 691,57	6,9787	1,8439	2,4458	900	38,548	3 652,73	6,7581	1,8890	2,5765
950	23,580	3 813,58	7,1107	1,8617	2,4369	950	35,988	3 780,49	6,8963	1,8968	2,5382
1 000	22,241	3 935,46	7,2357	1,8843	2,4397	1 000	33,811	3 906,90	7,0259	1,9124	2,5207
1 050	21,063	4 057,68	7,3549	1,9101	2,4503	1 050	31,925	4 032,79	7,1488	1,9329	2,5165
1 100	20,017	4 180,58	7,4693	1,9377	2,4661	1 100	30,268	4 158,70	7,2659	1,9567	2,5213
1 150	19,078	4 304,35	7,5793	1,9665	2,4854	1 150	28,796	4 285,01	7,3782	1,9825	2,5320
1 200	18,230	4 429,15	7,6855	1,9957	2,5070	1 200	27,475	4 411,97	7,4863	2,0095	2,5469
1 250	17,460	4 555,08	7,7884	2,0251	2,5301	1 250	26,282	4 539,75	7,5906	2,0371	2,5646
1 273	17,128	4 613,39	7,8346	2,0386	2,5410	1 273	25,771	4 598,84	7,6375	2,0498	2,5734
1 500	14,451	5 203	8,262		2,67	1 500	21,692	5 202	8,074		2,70
2 000	10,799	6 616	9,073		3,08	2 000	16,155	6 613	8,883		3,06
2 500	8,576	8 269	9,810			2 500	12,853	8 269	9,610		

Tableau 4 – Domaine fluide monophasique (suite)

T (K)	ρ (kg · m ⁻³)	h (kJ · kg ⁻¹)	s (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_V (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_p (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	T (K)	ρ (kg · m ⁻³)	h (kJ · kg ⁻¹)	s (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_V (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_p (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)
$p = 20$ MPa (200 bar)						$p = 25$ MPa (250 bar)					
271,633	1 009,72	13,767	- 0,0225	4,1311	4,1313	271,235	1 012,16	17,090	- 0,0285	4,1109	4,1109
280	1 009,38	48,310	0,1027	4,1209	4,1265	280	1 011,69	53,115	0,1022	4,1027	4,1099
290	1 007,83	89,569	0,2475	4,0984	4,1259	290	1 010,04	94,224	0,2465	4,0821	4,1121
300	1 005,31	130,838	0,3874	4,0680	4,1282	300	1 007,45	135,364	0,3859	4,0534	4,1162
310	1 001,97	172,138	0,5228	4,0318	4,1320	310	1 004,07	176,550	0,5210	4,0186	4,1211
320	997,933	213,480	0,6541	3,9910	4,1365	320	1 000,01	217,786	0,6519	3,9791	4,1262
330	993,286	254,870	0,7814	3,9468	4,1415	330	995,364	259,076	0,7790	3,9360	4,1316
340	988,089	296,312	0,9052	3,9002	4,1470	340	990,177	300,420	0,9024	3,8904	4,137,4
350	982,388	337,813	1,0255	3,8520	4,1533	350	984,499	341,825	1,0224	3,8431	4,1437
360	976,219	379,382	1,1426	3,8031	4,1607	360	978,365	383,297	1,1392	3,7949	4,1509
370	969,608	421,030	1,2567	3,7539	4,1693	370	971,799	424,847	1,2531	3,7465	4,1593
380	962,578	462,773	1,3680	3,7050	4,1796	380	964,824	466,488	1,3641	3,6982	4,1692
390	955,142	504,628	1,4767	3,6568	4,1917	390	957,454	508,237	1,4726	3,6507	4,1809
400	947,311	546,615	1,5830	3,6096	4,2060	400	949,699	550,112	1,5786	3,6040	4,1945
410	939,090	588,757	1,6871	3,5636	4,2226	410	941,567	592,134	1,6823	3,5585	4,2104
420	930,482	631,077	1,7891	3,5189	4,2419	420	933,059	634,327	1,7840	3,5143	4,2287
430	921,485	673,604	1,8891	3,4757	4,2640	430	924,174	676,716	1,8838	3,4715	4,2496
440	912,092	716,368	1,9874	3,4340	4,2893	440	914,909	719,330	1,9817	3,4302	4,2736
450	902,294	759,401	2,0841	3,3938	4,3180	450	905,254	762,198	2,0781	3,3903	4,3007
460	892,075	802,741	2,1794	3,3551	4,3506	460	895,198	805,355	2,1729	3,3519	4,3314
470	881,417	846,427	2,2733	3,3179	4,3875	470	884,724	848,839	2,2664	3,3149	4,3660
480	870,296	890,508	2,3662	3,2823	4,4294	480	873,811	892,691	2,3588	3,2795	4,4051
490	858,860	935,034	2,4580	3,2482	4,4768	490	862,433	936,658	2,4500	3,2455	4,4492
500	846,532	980,066	2,5489	3,2155	4,5308	500	850,558	981,694	2,5404	3,2130	4,4991
520	820,441	1 071,94	2,7291	3,1550	4,6631	520	825,149	1 072,83	2,7191	3,1523	4,6201
540	791,497	1 166,89	2,9082	3,1011	4,8404	540	797,145	1 166,75	2,8963	3,0979	4,7793
560	758,855	1 266,03	3,0885	3,0551	5,0891	560	765,873	1 264,39	3,0738	3,0505	4,9962
580	721,044	1 371,28	3,2731	3,0201	5,4654	580	730,221	1 367,23	3,2543	3,0122	5,3093
600	675,109	1 486,41	3,4682	3,0038	6,1168	600	688,169	1 477,96	3,4419	2,9876	5,8064
638,899	490,188	1 827,21	4,0156	3,5181	22,997						
638,899	170,500	2 412,35	4,9314	4,2431	45,550	650	488,846	1 876,35	4,0760	3,2506	15,701
650	126,490	2 625,15	5,2622	3,2490	11,643	675	161,600	2 601,79	5,1743	3,1528	12,032
700	86,380	2 961,78	5,7639	2,4016	4,6890	700	125,090	2 817,39	5,5885	2,6894	6,6244
750	72,027	3 162,40	6,0411	2,1304	3,5394	750	97,098	3 074,03	5,8436	2,2806	4,2055
800	63,396	3 326,40	6,2530	2,0110	3,0783	800	83,132	3 262,18	6,0867	2,1044	3,4310
850	57,296	3 473,93	6,4319	1,9566	2,8470	850	74,032	3 423,70	6,2826	2,0205	3,0696
900	52,615	3 612,79	6,5907	1,9351	2,7193	900	67,367	3 571,84	6,4520	1,9817	2,8742
950	48,841	3 746,76	6,7356	1,9322	2,6465	950	62,153	3 712,480	6,6041	1,9677	2,7613
1 000	45,696	3 877,96	6,8702	1,9405	2,6058	1 000	57,899	3 848,73	6,7439	1,9685	2,6947
1 050	43,012	4 007,67	6,9968	1,9558	2,5853	1 050	54,324	3 982,41	6,8744	1,9785	2,6563
1 100	40,682	4 136,71	7,1168	1,9757	2,5780	1 100	51,256	4 114,66	6,9974	1,9945	2,6361
1 150	38,630	4 265,62	7,2314	1,9985	2,5796	1 150	48,579	4 246,22	7,1144	2,0143	2,6281
1 200	36,804	4 394,78	7,3414	2,0231	2,5875	1 200	46,213	4 377,61	7,2262	2,0366	2,6285
1 250	35,164	4 524,44	7,4472	2,0488	2,5996	1 250	44,101	4 509,17	7,3336	2,0605	2,6348
1 273	34,463	4 584,30	7,4947	2,0609	2,6062	1 273	43,202	4 569,82	7,3817	2,0718	2,6391
1 500	28,902	5 198	7,936		2,71	1 500	36,101	5 186	7,827		2,73
2 000	21,505	6 610	8,748		3,05	2 000	26,882	6 608	8,642		3,04
2 500	17,123	8 269	9,468			2 500	21,368	8 269	9,358		

Tableau 4 – Domaine fluide monophasique (suite)

T (K)	ρ (kg · m ⁻³)	h (kJ · kg ⁻¹)	s (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_V (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_p (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	T (K)	ρ (kg · m ⁻³)	h (kJ · kg ⁻¹)	s (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_V (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_p (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)
$p = 50 \text{ MPa (500 bar)}$						$p = 75 \text{ MPa (750 bar)}$					
269,134	1 024,11	32,977	- 0,0606	4,0156	4,0169	266,843	1 035,67	47,683	- 0,0963	3,9271	3,9325
270	1 024,07	36,456	- 0,0477	4,0169	4,0188	270	1 035,31	60,120	- 0,0500	3,9366	3,9466
280	1 022,90	76,742	0,0988	4,0198	4,0289	280	1 033,53	99,763	0,0942	3,9486	3,9794
290	1 020,77	117,187	0,2407	4,0077	4,0511	290	1 030,96	139,673	0,2343	3,9432	4,0013
300	1 017,85	157,755	0,3783	3,9860	4,0622	300	1 027,75	179,769	0,3702	3,9270	4,0172
310	1 014,26	198,425	0,5116	3,9573	4,0714	310	1 023,98	220,004	0,5021	3,9031	4,0294
320	1 010,11	239,180	0,6410	3,9232	4,0793	320	1 019,71	260,348	0,6302	3,8734	4,0390
330	1 005,43	280,008	0,7667	3,8851	4,0863	330	1 015,00	300,778	0,7546	3,8393	4,0469
340	1 000,28	320,904	0,8887	3,8439	4,0927	340	1 009,88	341,282	0,8755	3,8019	4,0537
350	994,703	361,863	1,0075	3,8007	4,0991	350	1 004,37	381,850	0,9931	3,7621	4,0599
360	988,718	402,887	1,1230	3,7563	4,1058	360	998,509	422,480	1,1076	3,7208	4,0661
370	982,351	443,981	1,2356	3,7112	4,1131	370	992,303	463,173	1,2191	3,6788	4,0726
380	975,621	485,153	1,3454	3,6661	4,1215	380	985,773	503,933	1,3278	3,6364	4,0797
390	968,541	526,414	1,4526	3,6214	4,1310	390	978,933	544,769	1,4338	3,5942	4,0876
400	961,124	567,778	1,5573	3,5773	4,1421	400	971,792	585,690	1,5374	3,5525	4,0967
410	953,376	609,261	1,6598	3,5342	4,1547	410	964,361	626,707	1,6387	3,5115	4,1070
420	945,305	650,879	1,7601	3,4922	4,1692	420	956,645	667,834	1,7378	3,4715	4,1186
430	936,912	692,651	1,8583	3,4513	4,1856	430	948,649	709,084	1,8349	3,4324	4,1317
440	928,199	734,598	1,9548	3,4117	4,2041	440	940,377	750,474	1,9301	3,3945	4,1464
450	919,161	776,741	2,0495	3,3735	4,2249	450	931,829	792,018	2,0234	3,3577	4,1628
460	909,796	819,104	2,1426	3,3365	4,2481	460	923,006	833,735	2,1151	3,3221	4,1809
470	900,097	861,712	2,2342	3,3008	4,2740	470	913,905	875,842	2,2052	3,2877	4,2009
480	890,053	904,592	2,3245	3,2664	4,3027	480	904,522	917,759	2,2939	3,2544	4,2228
490	879,652	947,775	2,4135	3,2332	4,3345	490	894,853	960,105	2,3812	3,2222	4,2468
500	868,880	991,293	2,5015	3,2013	4,3697	500	884,891	1 002,70	2,4673	3,1912	4,273
520	846,146	1 079,48	2,6744	3,1412	4,4520	520	864,050	1 088,74	2,6360	3,1322	4,3328
540	821,660	1 169,50	2,8442	3,0858	4,5534	540	841,915	1 176,09	2,8008	3,0774	4,4037
560	795,163	1 261,78	3,0120	3,0353	4,6796	560	818,370	1 264,98	2,9624	3,0265	4,4877
580	766,295	1 356,91	3,1789	2,9899	4,8392	580	793,269	1 355,70	3,1216	2,9795	4,5875
600	734,552	1 455,67	3,3463	2,9502	5,0460	600	766,431	1 448,61	3,2791	2,9363	4,7069
650	636,940	1 727,57	3,7811	2,8843	5,9596	650	690,165	1 693,57	3,6710	2,8460	5,1251
700	491,03	2 075,98	4,2964	2,8846	8,3131	700	597,04	1 965,37	4,0735	2,7815	5,7946
750	309,93	2 536,43	4,9315	2,7930	8,8011	750	485,93	2 275,14	4,5007	2,7252	6,5419
800	218,07	2 898,49	5,3999	2,5197	5,9041	800	377,56	2 604,90	4,9263	2,6281	6,4422
850	176,31	3 153,43	5,7095	2,3205	4,4788	850	299,47	2 904,45	5,2899	2,4883	5,4909
900	152,03	3 358,22	5,9437	2,2034	3,7869	900	250,00	3 155,71	5,5773	2,3613	4,6087
950	135,62	3 537,17	6,1373	2,1375	3,4054	950	217,46	3 370,32	5,8095	2,2714	4,0194
1 000	123,48	3 701,26	6,3057	2,1025	3,1763	1 000	194,44	3 561,16	6,0054	2,2140	3,6417
1 050	113,98	3 856,19	6,4569	2,0871	3,0316	1 050	177,14	3 736,65	6,1767	2,1803	3,3945
1 100	106,26	4 005,26	6,5956	2,0843	2,9377	1 100	163,51	3 901,96	6,3305	2,1630	3,2284
1 150	99,786	4 150,49	6,7248	2,0899	2,8752	1 150	152,41	4 060,35	6,4714	2,1572	3,1144
1 200	94,250	4 293,24	6,8463	2,1012	2,8365	1 200	143,13	4 213,98	6,6021	2,1593	3,0354
1 250	89,434	4 434,39	6,9615	2,1164	2,8118	1 250	135,19	4 364,29	6,7249	2,1671	2,9805
1 273	87,417	4 498,97	7,0127	2,1243	2,8042	1 273	131,91	4 432,61	6,7790	2,1721	2,9613
1 500	71,942	5 157	7,484		2,82	1 500	107,50	5 127	7,207		2,91
2 000	53,191	6 595	8,310		3,04	2 000	78,74	6 583	8,053		3,05
2 500	42,373	8 265	9,020			2 500	62,50	8 253	8,759		

Tableau 4 – Domaine fluide monophasique (suite)

T (K)	ρ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	h ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)	s ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	c_V ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	c_p ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	T (K)	ρ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	h ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)	s ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	c_V ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	c_p ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)
$p = 100 \text{ MPa (1 kbar)}$						$p = 200 \text{ MPa (2 kbar)}$					
264,347	1 046,87	61,245	- 0,1356	3,8401	3,8512	252,462	1 087,98	107,580	- 0,3187	3,3346	3,3550
270	1 045,92	83,128	- 0,0537	3,8667	3,8889	260	1 086,21	133,766	- 0,2165	3,5251	3,5739
280	1 043,62	122,255	0,0886	3,8869	3,9328	270	1 083,06	170,394	- 0,0783	3,6511	3,7335
290	1 040,67	161,732	0,2271	3,8870	3,9606	280	1 079,38	208,180	0,0591	3,7044	8,8148
300	1 037,19	201,439	0,3617	3,8751	3,9798	290	1 075,37	246,566	0,1938	3,7226	3,8582
310	1 033,25	241,310	0,4924	3,8551	3,9937	300	1 071,10	285,282	0,3251	3,7224	3,8828
320	1 028,88	281,302	0,6194	3,8289	4,0043	310	1 066,62	324,190	0,4527	3,7113	3,8977
330	1 024,13	321,388	0,7428	3,7980	4,0125	320	1 061,92	363,217	0,5766	3,6932	3,9072
340	1 019,02	361,548	0,8627	3,7637	4,0194	330	1 057,02	402,323	0,6969	3,6700	3,9135
350	1 013,58	401,772	0,9793	3,7269	4,0253	340	1 051,91	441,481	0,8138	3,6433	3,9180
360	1 007,81	442,053	1,0927	3,6883	4,0309	350	1 046,60	480,679	0,9274	3,6140	3,9214
370	1 001,74	482,391	1,2032	3,6488	4,0366	360	1 041,09	519,908	1,0379	3,5829	3,9243
380	995,373	522,787	1,3110	3,6089	4,0427	370	1 035,38	559,064	1,1455	3,5506	3,9270
390	988,732	563,247	1,4161	3,5689	4,0494	380	1 029,47	598,447	1,2503	3,5177	3,9298
400	981,823	603,778	1,5187	3,5293	4,0569	390	1 023,39	637,760	1,3524	3,4845	3,9328
410	974,655	644,389	1,6190	3,4903	4,0654	400	1 017,12	677,105	1,4520	3,4513	3,9363
420	967,235	685,089	1,7170	3,4521	4,0749	410	1 010,68	716,487	1,5492	3,4184	3,9402
430	959,568	725,890	1,8130	3,4147	4,0855	420	1 004,08	755,910	1,6442	3,3860	3,9446
440	951,659	766,803	1,9071	3,3783	4,0974	430	997,312	795,381	1,7371	3,3542	3,9496
450	943,511	807,842	1,9993	3,3430	4,1105	440	990,390	834,904	1,8280	3,3230	3,9551
460	935,126	849,018	2,0898	3,3087	4,1249	450	983,316	874,485	1,9169	3,2926	3,9612
470	926,505	890,345	2,178 7	3,2755	4,1407	460	976,096	914,129	2,0041	3,2629	3,9677
480	917,647	931,838	2,2661	3,2433	4,1579	470	968,734	953,841	2,0895	3,2339	3,9748
490	908,551	973,509	2,3520	3,2121	4,1766	480	961,233	993,627	2,1732	3,2058	3,9824
500	899,215	1 015,38	2,4366	3,1820	4,1968	490	953,596	1 033,49	2,2554	3,1784	3,9905
520	879,807	1 099,75	2,6020	3,1246	4,2421	500	945,828	1 073,44	2,3361	3,1518	3,9990
540	859,387	1 185,11	2,7631	3,0708	4,2944	520	929,903	1 153,60	2,4933	3,1006	4,0174
560	837,905	1 271,58	2,9203	3,0205	4,3545	540	913,478	1 234,15	2,6453	3,0523	4,0374
580	815,297	1 359,34	3,0743	2,9734	4,4233	560	896,569	1 315,11	2,7925	3,0065	4,0589
600	791,493	1 448,58	3,2256	2,9295	4,5019	580	879,189	1 396,51	2,9353	2,9631	4,0818
650	726,212	1 679,55	3,5952	2,8329	4,7503	600	861,354	1 478,39	3,0741	2,9219	4,1059
700	651,77	1 925,05	3,9589	2,7538	5,0832	650	814,883	1 685,27	3,4053	2,8280	4,1705
750	568,52	2 188,54	4,3223	2,6866	5,4492	700	766,01	1 895,49	3,7168	2,7458	4,2385
775	525,06	2 326,51	4,5033	2,6532	5,5753	750	715,30	2 109,08	4,0115	2,6738	4,3038
800	482,23	2 466,55	4,6811	2,6169	5,6108	800	663,65	2 325,62	4,2910	2,6110	4,3538
850	404,66	2 742,90	5,0163	2,5315	5,3803	850	612,45	2 543,86	4,5556	2,5559	4,3680
900	343,61	3 000,13	5,3104	2,4386	4,8879	900	563,38	2 761,51	4,8045	2,5072	4,3280
950	298,61	3 231,58	5,5608	2,3567	4,3823	950	518,03	2 975,74	5,0361	2,4644	4,2335
1 000	265,45	3 440,12	5,7749	2,2950	3,9788	1 000	477,38	3 184,25	5,2501	2,4274	4,1026
1 050	240,32	3 631,27	5,6915	2,2533	3,6833	1 050	441,66	3 385,78	5,4467	2,3967	3,9577
1 100	220,62	3 809,84	6,1276	2,2276	3,4715	1 100	410,60	3 580,07	5,6275	2,3727	3,8153
1 150	204,71	3 979,41	6,2784	2,2142	3,3195	1 150	383,70	3 767,52	5,7942	2,3553	3,6852
1 200	191,53	4 142,49	6,4172	2,2098	3,2098	1 200	360,35	3 948,86	5,9486	2,3440	3,5714
1 250	180,37	4 300,89	6,5466	2,2119	3,1303	1 250	340,01	4 124,94	6,0924	2,3380	3,4749
1 273	175,78	4 372,55	6,6034	2,2146	3,1014	1 273	331,52	4 204,41	6,1554	2,3368	3,4360
1 500	142,86	5 095	7,118		3,01						
2 000	104,17	6 574	7,971		3,07						
2 500	83,33	8 240	8,677								

Tableau 4 – Domaine fluide monophasique (suite)

T (K)	ρ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	h ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)	s ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	c_V ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	c_P ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	T (K)	ρ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	h ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)	s ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	c_V ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	c_P ($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)
$p = 400 \text{ MPa (4 kbar)}$						$p = 600 \text{ MPa (6 kbar)}$					
259,820	1 144,46	297,897	- 0,2741	3,0567	3,1768	271,691	1 183,60	491,170	- 0,1929	3,1871	3,4202
270	1 140,15	332,224	- 0,1445	3,3547	3,5264	275	1 181,96	502,641	- 0,1509	3,2654	3,5099
280	1 135,47	368,428	- 0,0129	3,4897	3,6941	280	1 179,45	520,460	- 0,0867	3,2527	3,6116
290	1 130,61	405,814	0,1183	3,5465	3,7729	290	1 174,34	557,243	0,0423	3,4502	3,7298
300	1 125,66	443,740	0,2469	3,5638	3,8073	300	1 169,19	594,833	0,1698	3,4865	3,7803
310	1 120,67	481,889	0,3719	3,5607	3,8199	310	1 164,05	632,734	0,2941	3,4907	3,7959
320	1 115,64	520,104	0,4933	3,5467	3,8220	320	1 158,92	670,695	0,4146	3,4784	3,7944
330	1 110,57	558,314	0,6109	3,5268	3,8195	330	1 153,81	708,596	0,5312	3,4578	3,7851
340	1 105,44	596,489	0,7248	3,5036	3,8152	340	1 148,71	846,388	0,6440	3,4333	3,7732
350	1 100,24	634,618	0,8353	3,4785	3,8106	350	1 143,59	784,059	0,7532	3,4073	3,7610
360	1 094,97	672,702	0,9426	3,4524	3,8062	360	1 138,47	821,611	0,8590	3,3810	3,7498
370	1 089,62	710,745	1,0469	3,4258	3,8025	370	1 133,32	859,059	0,9616	3,3551	3,7400
380	1 084,19	748,755	1,1482	3,3990	3,7996	380	1 128,14	896,417	1,0612	3,3299	3,7318
390	1 078,67	786,739	1,2469	3,3724	3,7974	390	1 122,92	933,700	1,1581	3,3054	3,7251
400	1 073,07	824,705	1,3430	3,3461	3,7959	400	1 117,67	970,924	1,2523	3,2818	3,7198
410	1 067,38	862,660	1,4367	3,3201	3,7951	410	1 112,38	1 008,10	1,3441	3,2591	3,7156
420	1 061,61	900,609	1,5282	3,2947	3,7949	420	1 107,05	1 045,24	1,4336	3,2371	3,7124
430	1 055,76	938,559	1,6175	3,2697	3,7951	430	1 101,68	1 082,35	1,5210	3,2158	3,7101
440	1 049,83	976,513	1,7047	3,2453	3,7958	440	1 096,27	1 119,44	1,6062	3,1953	3,7083
450	1 043,83	1 014,48	1,7901	3,2214	3,7968	450	1 090,82	1 156,52	1,6895	3,1754	3,7071
460	1 037,76	1 052,45	1,8735	3,1981	3,7981	460	1 085,34	1 193,59	1,7710	3,1561	3,7063
470	1 031,62	1 090,44	1,9552	3,1753	3,7995	470	1 079,82	1 230,65	1,8507	3,1373	3,7058
480	1 025,41	1 128,44	2,0352	3,1531	3,8012	480	1 074,27	1 267,70	1,9287	3,1190	3,7054
490	1 019,14	1 166,46	2,1136	3,1315	3,8030	490	1 068,70	1 304,76	2,0051	3,1012	3,7052
500	1 012,82	1 204,50	2,1905	3,1103	3,8048	500	1 063,09	1 341,81	2,0800	3,0839	3,7051
520	1 000,01	1 280,63	2,3398	3,0695	3,8086	520	1 051,80	1 415,91	2,2253	3,0504	3,7048
540	986,994	1 356,85	2,4836	3,0306	3,8124	540	1 040,42	1 490,00	2,3651	3,0184	3,7043
560	973,807	1 433,13	2,6223	2,9935	3,8160	560	1 028,97	1 564,08	2,4998	2,9878	3,7035
580	960,463	1 509,49	2,7563	2,9581	3,8194	580	1 017,47	1 638,13	2,6298	2,9584	3,7022
600	946,982	1 585,90	2,8858	2,9243	3,8223	600	1 005,92	1 712,16	2,7552	2,9303	3,7005
650	912,798	1 777,17	3,1920	2,8465	3,8277	650	976,95	1 897,03	3,0512	2,8651	3,6938
700	878,15	1 968,62	3,4757	2,7776	3,8298	700	947,98	2 081,50	3,3246	2,8069	3,6842
750	843,32	2 160,09	3,7399	2,7170	3,8284	750	919,17	2 265,41	3,5784	2,7555	3,6721
800	808,59	2 351,41	3,9869	2,6645	3,8237	800	890,69	2 448,68	3,8149	2,7107	3,6581
850	774,24	2 542,41	4,2185	2,6195	3,8159	850	862,67	2 631,21	4,0363	2,6724	3,6430
900	740,52	2 732,94	4,4363	2,5815	3,8046	900	835,22	2 812,97	4,2441	2,6400	3,6275
950	707,72	2 922,79	4,6416	2,5501	3,7887	950	808,44	2 993,96	4,4398	2,6132	3,6121
1 000	676,11	3 111,71	4,8354	3,5245	3,7668	1 000	782,41	3 174,19	4,6247	2,5916	3,5972
1 050	645,93	3 299,35	5,0185	2,5041	3,7374	1 050	757,19	3 353,69	4,7998	2,5744	3,5828
1 100	617,41	3 485,32	5,1915	2,4883	3,7005	1 100	732,85	3 532,48	4,9662	2,5613	3,5685
1 150	590,69	3 669,30	5,3551	2,4767	3,6575	1 150	709,44	3 710,54	5,1245	2,5517	3,5538
1 200	565,84	3 851,01	5,5098	2,4687	3,6106	1 200	687,01	3 887,84	5,2754	2,5451	3,5379
1 250	542,84	4 030,34	5,6562	2,4638	3,5627	1 250	665,59	4 064,31	5,4195	2,5410	3,5207
1 273	532,86	4 112,03	5,7210	2,4625	3,5409	1 273	656,08	4 145,19	5,4836	2,5399	3,5123

Tableau 4 – Domaine fluide monophasique (suite)

T (K)	ρ (kg · m ⁻³)	h (kJ · kg ⁻¹)	s (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_V (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_P (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	T (K)	ρ (kg · m ⁻³)	h (kJ · kg ⁻¹)	s (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_V (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	c_P (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)
$\rho = 800$ MPa (8 kbar)						$\rho = 1$ GPa (10 kbar)					
286,725	1 212,69	691,710	- 0,0723	3,3575	3,6685	300,243	1 237,39	884,986	0,0301	3,4179	3,7697
290	1 210,98	703,786	- 0,0304	3,3891	3,7047	310	1 232,38	921,901	0,1511	3,4337	3,7917
300	1 205,79	741,204	0,0965	3,4420	3,7690	320	1 227,29	959,820	0,2715	3,4251	3,7891
310	1 200,62	779,022	0,2205	3,4536	3,7895	330	1 222,26	997,640	0,3879	3,4034	3,7735
320	1 195,50	816,918	0,3408	3,4432	3,7871	340	1 217,28	1 035,27	0,5002	3,3758	3,7526
330	1 190,41	854,730	0,4571	3,4220	3,7040	350	1 212,34	1 072,69	0,6087	3,3463	3,7306
340	1 185,36	892,385	0,5695	3,3958	3,7568	360	1 207,43	1 109,89	0,7135	3,3169	3,7096
350	1 180,33	929,863	0,6782	3,3680	3,7389	370	1 202,54	1 146,89	0,8149	3,2889	3,6908
360	1 175,31	967,167	0,7833	3,3402	3,7221	380	1 197,67	1 183,71	0,9131	3,2627	3,6745
370	1 170,31	1 004,31	0,8850	3,3135	3,7073	390	1 192,82	1 220,39	1,0083	3,2383	3,6607
380	1 165,30	1 041,32	0,9837	3,2880	3,6947	400	1 187,97	1 256,93	1,1009	3,2158	3,6493
390	1 160,29	1 078,21	1,0796	3,2640	3,6841	410	1 183,12	1 293,38	1,1909	3,1951	3,6399
400	1 155,27	1 115,01	1,1727	3,2413	3,6755	420	1 178,28	1 329,74	1,2785	3,1758	3,6324
410	1 150,23	1 151,73	1,2634	3,2200	3,6685	430	1 173,44	1 366,03	1,3639	3,1578	3,6263
420	1 145,18	1 188,38	1,3517	3,1998	3,6630	440	1 168,60	1 402,27	1,4472	3,1410	3,6214
430	1 140,12	1 224,99	1,4379	3,1806	3,6586	450	1 163,75	1 438,46	1,5285	3,1252	3,6175
440	1 135,04	1 261,56	1,5219	3,1624	3,6551	460	1 158,91	1 474,62	1,6080	3,1102	3,6143
450	1 129,95	1 298,10	1,6040	3,1450	3,6524	470	1 154,06	1 510,75	1,6857	3,0960	3,6118
460	1 124,84	1 334,61	1,6843	3,1282	3,6503	480	1 149,22	1 546,86	1,7617	3,0823	3,6096
470	1 119,71	1 371,10	1,7628	3,1121	3,6486	490	1 144,37	1 582,94	1,8361	3,0692	3,6078
480	1 114,58	1 407,58	1,8396	3,0966	3,6472	500	1 139,52	1 619,01	1,9090	3,0565	3,6062
490	1 109,43	1 444,05	1,9148	3,0815	3,646	520	1 129,83	1 691,11	2,0504	3,0322	3,6033
500	1 104,27	1 480,50	1,9884	3,0668	3,6449	540	1 120,14	1 763,14	2,1863	3,0091	3,6004
520	1 093,92	1 553,38	2,1313	3,0386	3,6430	560	1 110,47	1 835,12	2,3172	2,9869	3,5974
560	1 073,14	1 699,01	2,4012	2,9859	3,6385	580	1 100,83	1 907,04	2,4434	2,9656	3,5939
600	1 052,34	1 844,44	2,6520	2,9373	3,6324	600	1 091,21	1 978,88	2,5652	2,9450	3,5901
650	1 026,41	2 025,81	2,9423	2,8816	3,6221	650	1 067,33	2 158,10	2,8521	2,8967	3,5785
700	1 000,70	2 206,60	3,2103	2,8314	3,6092	700	1 043,80	2 336,69	3,1168	2,8527	3,5647
750	975,24	2 386,71	3,4588	2,7869	3,5946	750	1 020,50	2 514,55	3,3622	2,8134	3,5496
800	950,20	2 566,05	3,6903	2,7478	3,5789	800	997,76	2 691,64	3,5908	2,7787	3,5338
850	925,64	2 744,59	3,9068	2,7143	3,5627	850	975,46	2 867,93	3,8046	2,7487	3,5180
900	901,63	2 922,32	4,1100	2,6849	3,5466	900	953,67	3 043,45	4,0052	2,7233	3,5027
950	878,21	3 099,26	4,3013	2,6624	3,5311	950	932,43	3 218,21	4,1942	2,7022	3,4881
1 000	855,43	3 275,45	4,4821	2,6433	3,5167	1 000	911,77	3 392,27	4,3727	2,6851	3,4745
1 050	833,31	3 450,95	4,6533	2,6282	3,5036	1 050	891,69	3 565,68	4,5420	2,6716	3,4622
1 100	811,87	3 625,83	4,8161	2,6167	3,4919	1 100	872,20	3 738,51	4,7028	2,6612	3,4513
1 150	791,12	3 800,16	4,9710	2,6083	3,4816	1 150	853,30	3 910,83	4,8560	2,6536	3,4418
1 200	771,06	3 974,01	5,1190	2,6026	3,4725	1 200	834,99	4 082,72	5,0023	2,6485	3,4338
1 250	751,68	4 147,43	5,2606	2,5991	3,4643	1 250	817,25	4 254,24	5,1423	2,6454	3,4271
1 273	743,01	4 227,07	5,3237	2,5982	3,4607	1 273	809,28	4 333,03	5,2048	2,6446	3,4245

Références bibliographiques

- [1] BRIDGMAN (P.W.). – *Proc. Am. Acad. Arts Sci.*, 47, p. 439-558 (1912).
- [2] LEVELT-SENGERS (J.M.H.), KAMGAR-PARSI (B.), BALFOUR (F.W.) et SENEGERS (J.V.). – *J. Phys. Chem. Ref. Data*, 12, p. 1-28 (1983).
- [3] SAUL (A.) et WAGNER (W.). – *J. Phys. Chem. Ref. Data*, 18, p. 1537-1564 (1989).
- [4] WAGNER (W.), SAUL (A.) et PRUSS (A.). – *J. Phys. Chem. Ref. Data*, 23 (3), p. 515-527 (1994).
- [5] PERRY (R.H.) et GREEN (D.W.). – *Perry's Chemical Engineers Handbook*. Mc Graw Hill Publ., 7^e éd., p. 2-309 à 2-314 (1997).
- [6] WAGNER (W.), COOPER (J.R.), BITTMANN (A.), KIJIMA (J.), KRETZSCHMAR (H.J.), KRUSE (A.), MARES (R.), OGUCHI (K.), SATO (H.), STÖCKER (I.), SIFNER (O.), TAKAISHI (T.), TANISHITA (I.), TRUHENBACH (J.) et WILLKOMMEN (Th.). – *J. Engning for Gas Turbines and Power*, 122 (1), p. 150-184 (2000).
- [7] TARI (Ö.), YURTSEVEN (H.) et SALIHOGLU (S.). – *Calphad*, 24 (4), p. 475-482 (2000).
- [8] MERCURY (L.), VIEILLARD (P.) et TARDY (Y.). – *Appl. Geochemistry*, 16, p. 161-181 (2001).
- [9] WAGNER (W.) et PRUSS (A.). – *J. Phys. Chem. Ref. Data*, 31 (2), p. 387-535 (2002).
- [10] AUDI (G.), WEPSTRA (A.H.) et THIBAUT (C.). – *Nucl. Phys., A*, 729, p. 337-676 (2003).
- [11] SONG (M.), YAMANAKI (H.), FUJIIHISA (H.), SAKASHITA (M.) et AOKI (K.). – *Phys. Rev. B*, 68, p. 014106 (2003).
- [12] PASHLEY (R.M.), RZECHOWICZ (M.), PASHLEY (R.L.) et FRANCIS (M.J.). – *J. Phys. Chem. B*, 109, p. 1231-1238 (2004).
- [13] SCHWAGER (B.), CHUDINOVSKIKH (L.), GAVRILIUK (A.) et BOEHLER (R.). – *J. Phys. C. Condensed Matter*, 16, p. S1176-S1179 (2004).
- [14] ABASCAL (J.L.F.), SANZ (E.), FERNANDEZ (R.G.) et VEGA (C.). – *J. Chem. Phys.*, 122, p. 234511 (2005).
- [15] SALZMANN (C.G.), RADAELLI (P.G.), HALLBRUCKER (A.), MAYER (E.) et FINNEY (C.). – *Science*, 31, p. 1758-1761 (2006).