

du liquide clair une goutte ou deux qu'on place sur un morceau de carreau de verre; on mêle à cette liqueur deux ou trois gouttes d'une solution de carbonate d'ammoniaque, qui détermine une effervescence; on enlève avec un tube de verre un peu de liquide clair, on le met sur une partie du verre, et l'on trace avec une pointe de platine ou de verre des lettres ou des signes; on expose à la chaleur la plus douce possible (comme on y pourrait parvenir en faisant couler sous le plan de glace un peu d'eau chaude): les traces blanches paraîtront sur tous les points où l'on a fait des lignes, si le minéral essayé contient de la magnésie. Ces traces résultent de la combinaison double du phosphate de soude et de magnésie.

D'après les expériences récemment publiées par M. Muray, un barreau aimanté plongé dans une solution de perchlorure de mercure, en opère la décomposition, et le mercure est réduit à l'état métallique: on obtient une décomposition semblable dans une solution de muriate de platine.

L'argent est également réduit lorsque l'on plonge un barreau aimanté dans une solution du nitrate de ce métal.

Il paraît que ces phénomènes ont également lieu lors même que le barreau aimanté est recouvert d'un vernis de copale.

CHAPITRE II.

CALORIQUE OU CHALEUR.

On peut entendre sous les mêmes acceptions, ces deux mots, parce que la distinction établie entre eux, et qui fait considérer le deuxième comme un effet du premier, complique les phénomènes sans être utile à leur application.

La nature de la chaleur ne nous est pas connue, mais les réactions qu'elle détermine et ses divers effets, observés avec soin par des chimistes et des physiciens habiles, sont pour la plupart, très bien appréciés. Ces données acquises ont une grande importance dans l'étude de la Chimie, de la Physique et de leurs applications.

La nature de cet ouvrage ne nous permettant pas de nous étendre beaucoup sur ce sujet, nous rappellerons en peu de mots les lois suivant lesquelles le calorique agit; nous indiquerons comment on mesure quelques-uns de ses effets, et nous nous appliquerons surtout à décrire les phénomènes caractéristiques par lesquels la chaleur fait reconnaître différens corps.

Le calorique libre, éminemment élastique, invincible, impondérable, se meut, comme la lumière, sous forme de rayons. Le rayonnement du calorique, dé-

couvert par Scheèle, a lieu continuellement entre les corps différemment échauffés ; ceux qui sont plus chauds envoient plus de calorique qu'ils n'en reçoivent, et réciproquement, en sorte que l'équilibre tend sans cesse à s'établir. Les rayons qui arrivent sur les corps ne sont pas entièrement absorbés ; une partie sont réfléchis sous un angle égal à celui de leur incidence. On démontre cet effet à l'aide de miroirs qui concentrent en un point la plupart des rayons émanés d'un corps chaud. Ce point central plus chaud que tous les points intermédiaires entre le corps et le miroir se nomme le *foyer*.

Les corps opaques, rudes, que l'on peut considérer comme hérissés d'une infinité de pointes, absorbent et émettent très facilement le calorique ; ceux, au contraire, dont les surfaces polies réfléchissent beaucoup plus de rayons sans les absorber, en émettent beaucoup moins dans la même proportion.

M. Leslie, par une suite d'expériences rapportées dans les traités de Physique, a établi le pouvoir rayonnant et le pouvoir réflecteur de plusieurs substances dans l'ordre suivant.

RAYONNEMENT.	RÉFLEXION.
Noir de fumée..... 100	Cuivre jaune..... 100
Eau..... 100	Argent..... 99
Papier à écrire..... 98	Étain en feuilles..... 80
Glace à 0°..... 85	Acier..... 70
Mercure..... 20	Plomb..... 60
Plomb brillant..... 19	Étain mouillé de mercure.. 10
Fer poli..... 15	Verre..... 10
Étain, or, argent, cuivre.. 12	Verre huilé..... 5

D'après ce tableau, on voit que si l'on veut que la surface d'un corps s'échauffe vite, ou que celle d'un corps chaud perde rapidement sa chaleur acquise, il faut, dans les deux cas, les recouvrir d'une légère couche de noir de fumée ou de papier à écrire.

Si, au contraire, on désire qu'un corps conserve sa chaleur acquise, ou qu'il n'en acquière pas de nouvelle, on pourra recouvrir sa surface d'une feuille d'argent polie, d'étain, etc.

La tendance du calorique à s'échapper des corps, a été nommée *tension* ou *température* ; c'est en raison de la température des corps que leur chaleur devient sensible à nos organes, et que son action est plus forte sur différentes substances. L'écoulement de la chaleur est proportionnel aux différences de température entre les corps chauds et le milieu environnant ; la quantité de chaleur écoulee dans un même temps et à température égale est proportionnelle à la surface du corps d'où elle émane.

Ainsi un corps chaud se refroidit d'un nombre de degrés d'autant plus grand en un temps donné que sa température est plus élevée, toutes circonstances égales d'ailleurs.

Les corps inégalement chauds, mis en contact, donnent lieu à des échanges continuels de chaleur, en sorte que l'équilibre s'établit plus ou moins promptement, en raison de leur capacité pour la chaleur et de leur conductibilité, ou, pour les corps *non conducteurs*, tels que l'eau, les gaz, etc., en raison de la mobilité

de leurs molécules. Cet échange de chaleur produit d'autant plus rapidement l'effet d'échauffer un des corps et de refroidir l'autre, que la différence entre leur température était plus grande.

Conductibilité. Tous les corps dans lesquels la chaleur pénètre facilement ont été nommés *bons conducteurs* : tels sont, en les plaçant dans l'ordre de leur conductibilité (d'après des expériences récentes faites avec soin par M. Despretz), 1°. l'argent, 2°. l'or, 3°. le cuivre, 4°. le platine, 5°. le fer, 6°. le zinc, 7°. l'étain, 8°. l'acier, 9°. le plomb.

Les corps que la chaleur ne pénètre que difficilement ont été appelés *mauvais conducteurs*; les gaz, les liquides, la porcelaine, la terre des poteries, conduisent moins qu'aucun des métaux ci-dessus; le charbon, les bois secs, le verre, les résines conduisent moins encore; et rien ne transmet plus difficilement la chaleur, suivant Rumfort, que les substances formées de filamens très fins, de petites écailles ou de parcelles qui se touchent par très peu de points, comme le cuir, la laine en flocons, la soie en brins, le duvet, etc.

Aussi l'un des meilleurs moyens de rendre un vase mauvais conducteur, c'est de multiplier autour de lui des enveloppes fermées en laissant entre chacune d'elles une couche d'air.

Dilatation. En général, les corps, en s'échauffant, occupent un volume plus considérable; et lorsque la température diminue, ils reprennent par degrés leurs

dimensions primitives. Cette variation de volumes a donné des moyens de comparer les températures à l'aide d'instrumens nommés thermomètres.

Comme on se sert dans divers endroits de thermomètres dont les graduations sont différentes, il est utile pour l'intelligence des diverses observations ou des expériences thermométriques, de connaître les rapports qui existent entre ces thermomètres. Le tableau suivant présente ces graduations comparatives.

TABLEAU DE COMPARAISON des trois thermomètres les plus en usage : celui de Réaumur, le thermomètre centigrade et celui de Fahrenheit, à partir du 40^e degré au-dessous de la glace, ou -40° R, qui est le terme où le mercure perd sa fluidité, et cristallise, jusqu'au 0° (centigrade), qui exprime la température de la glace fondue, et de là jusqu'au degré 100 du même thermomètre, qui indique la température de l'eau bouillante.

THERMOMÈTRE			THERMOMÈTRE		
Réaumur.	Centigrad.	Fahrenh.	Réaumur.	Centigrad.	Fahrenh.
-40°	-50°	-58	-27° 56	-34° 44	-30
39,56	49,44	57	27,11	33,89	29
39,11	48,89	56	26,67	33,33	28
38,67	48,33	55	26,22	32,78	27
38,22	47,78	54	25,33	32,22	26
37,78	47,22	53	25,78	31,67	25
37,33	46,67	52	24,89	31,11	24
36,89	46,11	51	24,44	30,56	23
36,44	45,56	50	24	30	22
36	45	49	23,56	29,44	21
35,56	44,44	48	23,11	28,89	20
35,11	43,89	47	22,67	28,33	19
34,67	43,33	46	22,22	27,78	18
34,22	42,78	45	21,78	27,22	17
33,78	42,22	44	21,33	26,67	16
33,33	41,67	43	20,89	26,11	15
32,89	41,11	42	20,44	25,56	14
32,44	40,56	41	20	25	13
32	40	40	19,56	24,44	12
31,56	39,44	39	19,11	23,89	11
31,11	38,89	38	18,67	23,33	10
30,67	38,33	37	18,22	22,78	9
30,22	37,78	36	17,78	22,22	8
29,78	37,22	35	17,33	21,67	7
29,33	36,67	34	16,89	21,11	6
28,89	36,11	33	16,44	20,56	5
28,44	35,56	32	16	20	4
28	35	31	15,56	19,44	3

THERMOMÈTRE			THERMOMÈTRE		
Réaumur.	Centigrad.	Fahrenh.	Réaumur.	Centigrad.	Fahrenh.
-15° 11	-18° 89	-2	+0° 89	+1° 11	+34
14,67	18,83	1	1,33	1,67	35
14,22	17,78	0	1,78	2,22	36
13,78	17,22	+1	2,22	2,78	37
13,33	16,67	2	2,67	3,33	38
12,89	16,11	3	3,11	3,89	39
12,44	15,56	4	3,56	4,44	40
12	15	5	4	5	41
11,56	14,44	6	4,44	5,56	42
11,11	13,89	7	4,89	6,11	43
10,67	13,33	8	5,33	6,67	44
10,22	12,78	9	5,78	7,22	45
9,78	12,22	10	6,22	7,78	46
9,33	11,67	11	6,67	8,33	47
8,89	11,11	12	7,11	8,89	48
8,44	10,56	13	7,56	9,44	49
8	10	14	8	10	50
7,56	9,44	15	8,44	10,56	51
7,11	8,89	16	8,89	11,11	52
6,67	8,35	17	9,33	11,67	53
6,22	7,78	18	9,78	12,22	54
5,78	7,22	19	10,22	12,78	55
5,33	6,67	20	10,67	13,33	56
4,89	6,11	21	11,11	13,89	57
4,44	5,56	22	11,56	14,44	58
4	5	23	12	15	59
3,56	4,44	24	12,44	15,56	60
3,11	3,89	25	12,89	16,11	61
2,67	3,33	26	13,33	16,67	62
2,22	2,78	27	13,78	17,22	63
1,78	2,22	28	14,22	17,78	64
1,33	1,67	29	14,67	18,33	65
0,89	1,11	30	15,11	18,89	66
0,44	0,56	31	15,56	19,44	67
0	0	32	16	20	68
+0,44	+0,56	33	16,44	20,56	69

THERMOMÈTRE			THERMOMÈTRE		
Réaumur.	Centigrad.	Fahrenh.	Réaumur.	Centigrad.	Fahrenh.
+16° 89	+21° 11	+ 70	+32° 89	+41° 11	+106
17,33	21,67	71	33,33	41,67	107
17,78	22,22	72	33,78	42,22	108
18,22	22,78	73	34,22	42,78	109
18,67	23,33	74	34,67	43,33	110
19,11	23,89	75	35,11	43,89	111
19,56	24,44	76	35,56	44,44	112
20	25	77	36	45	113
20,44	25,56	78	36,44	45,56	114
20,89	26,11	79	36,89	46,11	115
21,33	26,67	80	37,33	46,67	116
21,78	27,22	81	37,78	47,22	117
22,22	27,78	82	38,22	47,78	118
22,67	28,33	83	38,67	48,33	119
23,11	28,89	84	39,11	48,89	120
23,56	29,44	85	39,56	49,44	121
24	30	86	40	50	122
24,44	30,56	87	40,44	50,56	123
24,89	31,11	88	40,89	51,11	124
25,33	31,67	89	41,33	51,67	125
25,78	32,22	90	41,78	52,22	126
26,22	32,78	91	42,22	52,78	127
26,67	33,33	92	42,67	53,33	128
27,11	33,89	93	43,11	53,89	129
27,56	34,44	94	43,56	54,44	130
28	35	95	44	55	131
28,44	35,56	96	44,44	55,56	132
28,89	36,11	97	44,89	56,11	133
29,33	36,67	98	45,33	56,67	134
29,78	37,22	99	45,78	57,22	135
30,22	37,78	100	46,22	57,78	136
30,67	38,33	101	46,67	58,33	137
31,11	38,89	102	47,11	58,89	138
31,5	39,44	103	47,56	59,44	139
32 6	40	104	48	60	140
32,44	40,56	105	48,44	60,56	141

THERMOMÈTRE			THERMOMÈTRE		
Réaumur.	Centigrad.	Fahrenh.	Réaumur.	Centigrad.	Fahrenh.
+48° 89	+61° 11	+142	+64° 89	+81° 11	+178
49,33	61,67	143	65,33	81,67	179
49,78	62,22	144	65,78	82,22	180
50,22	62,78	145	66,22	82,78	181
50,67	63,33	146	66,67	83,33	182
51,11	63,89	147	67,11	83,89	183
51,56	64,44	148	67,56	84,44	184
52	65	149	68	85	185
52,44	65,56	150	68,44	85,56	186
52,89	66,11	151	68,89	86,11	187
53,33	66,67	152	69,33	86,67	188
53,78	67,22	153	69,78	87,22	189
54,22	67,78	154	70,22	87,78	190
54,67	68,33	155	70,67	88,33	191
55,11	68,89	156	71,11	88,89	192
55,56	69,44	157	71,56	89,44	193
56	70	158	72	90	194
56,44	70,56	159	72,44	90,56	195
56,89	71,11	160	72,89	91,11	196
57,33	71,67	161	73,33	91,67	197
57,78	72,22	162	73,78	92,22	198
58,22	72,78	163	74,22	92,78	199
58,67	73,33	164	74,67	93,33	200
59,11	73,89	165	75,11	93,89	201
59,56	74,44	166	75,56	94,44	202
60	75	167	76	95	203
60,44	75,56	168	76,44	95,56	204
60,89	76,11	169	76,89	96,11	205
61,33	76,67	170	77,33	96,67	206
61,78	77,22	171	77,78	97,22	207
62,22	77,78	172	78,22	97,78	208
62,67	78,33	173	78,67	98,33	209
63,11	78,89	174	79,11	98,89	210
63,56	79,44	175	79,56	99,44	211
64	80	176	80	100	212
64,44	80,56	177			

Les dilatations dans le thermomètre à mercure sont proportionnelles aux quantités de chaleur, de même que celles du thermomètre à air, entre certaines limites.

Mais les hautes températures ne sauraient être appréciées par ces thermomètres; pour remplir ce but, Wedgewood a imaginé un instrument fondé sur ce que, dans les températures élevées, les terres argileuses, et l'alumine particulièrement, prennent un retrait de plus en plus considérable (1). Le zéro du pyromètre de Wedgewood répond à $580^{\circ},56$ du thermomètre centigrade, ou à 1077° du thermomètre de Fahrenheit.

Chaque degré de variation du pyromètre de Wedgewood répond à un intervalle de $72^{\circ} 22' 22''$ du thermomètre centigrade, ou de 130° du thermomètre de Fahrenheit. Ainsi, par exemple, 185° du pyromètre de Wedgewood correspondent à 185 fois $72^{\circ} 22'$ ou $13360^{\circ},70$, plus les $580^{\circ},56$ centigrades, répondant au zéro du pyromètre: en tout, $13941^{\circ},26$. Cet instrument, employé dans les essais de fabriques, ne présente pas d'exactitude dans les expériences de recherches. La durée du temps influe singulièrement sur les résultats, toutes circonstances égales d'ailleurs. Nous verrons plus bas comment le calorimètre d'eau ou la méthode des mélanges peuvent procurer des

(1) Cet effet, qui semble une anomalie dans les lois de la chaleur, s'explique par une combinaison plus intime à des températures qui permettent dans un corps le rapprochement des molécules.

notions plus certaines sur les hautes températures rapportées au thermomètre centigrade. A l'article Pyromètre, nous décrirons celui de Mill, qui est très exacte.

Capacité des corps pour la chaleur, ou chaleur spécifique.

Black a observé le premier que, pour les différens corps, un même nombre de degrés d'élévation ou d'abaissement de température exige des quantités de chaleur différentes. En effet, si l'on fait absorber au mercure toute la chaleur dégagée d'un morceau de fer dont la température s'abaisse d'un degré, à masses égales, la température du mercure s'élèvera de $3^{\circ},8$; il résulte nécessairement de là que, pour élever d'un même nombre de degrés des masses égales de ces deux métaux, il faut 3 fois 8 dixièmes plus de chaleur pour l'un que pour l'autre. Cette capacité pour la chaleur, qui est propre à chaque corps, et relativement auquel elle ne varie pas, est la *chaleur spécifique*.

Il est d'une grande utilité en Chimie, en Physique, et dans l'application de ces sciences, de connaître et de pouvoir comparer entre elles les chaleurs spécifiques des diverses substances. De ces notions dépend l'évaluation du combustible dans certaines opérations, le choix des matières qui doivent garder ou transmettre la chaleur, etc.

On parvient à ces données de plusieurs manières, et particulièrement à l'aide de trois procédés que nous

exposerons succinctement : la *méthode des mélanges*, le *calorimètre de glace* et le *calorimètre d'eau*.

La méthode des mélanges suppose la capacité des corps pour le calorique constante entre les limites des températures qu'ils éprouvent durant les expériences ; cette méthode s'applique, non-seulement à mesurer la capacité des corps d'après leurs températures, mais encore elle donne la température des corps d'après leur capacité ; elle indique ainsi des températures élevées auxquelles des thermomètres ne sauraient atteindre.

On conçoit aisément que si l'on mêle ensemble des masses connues de deux corps à des températures différentes, observant la température du mélange et connaissant la capacité pour le calorique de l'un des corps, on trouvera celle de l'autre par l'influence que ce corps a exercée sur la température du mélange. Réciproquement, connaissant la capacité des deux corps pour le calorique, la température du mélange et celle primitive de l'un des deux, il sera facile de conclure de ces données la température de l'autre corps ; éclaircissons ceci par quelques exemples.

Si l'on mêle un kilogramme d'eau à 34° au-dessus de 0° avec un kilogramme de mercure à 0°, il en résultera un mélange de 2 kilogrammes à 33° ; donc, à masses égales, un degré de température de l'eau équivaut pour la quantité de chaleur à 33° de température du mercure, ou, en d'autres termes, la capacité de l'eau pour la chaleur est à celle du mercure comme

33 est à 1. Si l'on représente la chaleur spécifique de l'eau par 1000, celle du mercure sera d'environ 30.

Si l'on plonge un kilogramme de verre à 86° dans 10 kilogrammes d'eau à 0°, et que la température de l'eau s'élève à 1°,47, on réduira d'abord à l'unité de masse, et l'on aura : 10 kil. d'eau marquant 1°,47 équivalent à 1 kil. qui marquerait 14,7. Or, d'après l'expérience, un kilogramme de verre à 84°,53 (ou 86°, température du verre observée d'abord, moins la température de 1,47 qu'il a après le mélange), équivaut, quant à la quantité de chaleur, à un kilogramme d'eau, dont la température est seulement de 14°,7 ; d'où la chaleur spécifique de l'eau est à celle du verre, comme 84,53, est à 14,7. La capacité de l'eau étant 1000, celle du verre est donc de 173,90 (1).

Ce mode d'opérer n'est praticable que lorsque les corps n'ont pas d'action chimique sur l'eau : s'il devait y avoir réaction, l'état des corps serait changé, et la combinaison donnerait lieu à un dégagement, ou à une absorption de chaleur ; pour éviter cette cause d'erreur, on fait le mélange du corps que l'on

(1) Enfin, pour donner un exemple de la formule applicable à tous les résultats des expériences de ce genre, nous supposons un corps quelconque C, dont la chaleur spécifique cherchée = x , et dont 1 kil. à 60° aura élevé 10 kilogrammes d'eau à 2° ; réduisant à la même masse, on aura 1 kilogramme d'eau à +20° = 1 kil. de C à +58° (ou 60° - 2) ; la chaleur spécifique étant A, on aura....
 $A : x :: 58 : 20$, d'où $x = \frac{20xA}{58}$. Si l'on fait $A = 1000$, on aura $x = 344,83$.