

s. vol. in-12); *l'Art d'orner l'esprit en l'amour* (Paris, 1728, 2 vol.); *Esprit des conversations agréables, ou Nouveau mélange de pensées choisies* (Paris, 1731, 3 vol.); *Séances de l'esprit, ou Choix curieux de traits utiles et agréables* (1732, 2 vol. in-12); *Canons célèbres et intéressants, avec les jugements des cours souveraines qui les ont décidés* (Paris, 1734-1743, 20 vol. in-12), la plus intéressante de ses compilations, que le recueil de Richer s'est fait oublier.

**GAYRARD** (Raymond), statuairiste et graveur français, né à Rodéz en 1777, mort à Paris en juillet 1833. Tout enfant, il montra un goût prononcé pour la ciselure; son père consentit alors à lui laisser apprendre le métier de graveur. Une croix de profession, dont il composa le dessin et qu'il exécuta seul, le fit connaître. Au moment d'atteindre sa vingtième année, il se voyait sous le coup d'une réquisition forcée qui pouvait anéantir sa carrière. Il s'engagea dans la 28e demi-brigade, parce qu'elle était alors en garnison à Paris, où il pourrait perfectionner son talent. Ses chefs militaires lui permirent, en effet, de travailler chez un graveur sur bijoux. Il dut cesser ses occupations pour faire les campagnes de l'an VII à l'an IX, en Suisse et en Italie. Blessé à Zurich et à Marengo, il fut fait prisonnier en Suisse, et ne reentra dans la vie civile qu'après la paix d'Amiens (1802). De retour à Paris, il s'exerça à la ciselure des métaux précieux et à la gravure, dans les ateliers d'Odier, consacrant souvent ses nuits à dessiner et à graver. Il devint rapidement un habile praticien. Il quitta ce métier en 1804, et s'établit à Paris pendant quelques années. On l'y retrouve en 1808. Taunay l'admit dans son atelier, et lui donna un cabinet de travail séparé par une simple tapisserie de quelques millimètres de hauteur. Le gaz l'entraîna dans le monde des diplomates, qui commanda le bronze de son portrait quand il lui fut présenté. Ayant fait connaissance avec le sculpteur Boizot, celui-ci le prit en amitié et l'introduisit dans la société de plusieurs autres artistes, et tout particulièrement dans celle de Jouffroy, qui lui enseigna l'art de graver en pierres fines et sur acier. Pour ses débuts, Gayrard grava un jeton destiné à la loge maçonnique la *Clémentine-Amitié*; un buste du général Bonaparte pour une médaille commémorative de la bataille de Montenotte, dont Jouffroy avait fait le revers; un jeton pour l'Université; le revers de la médaille commémorative de la création de la route de Nice à Rome.

Lors de la célébration du mariage de Napoléon et de Marie-Louise (1810), le cortège, venant de Saint-Cloud, se rendit dans le grand salon du Louvre, devant suivre les Champs-Élysées et la grande allée des Tuileries, et passer sous deux arcs de triomphe dressés dans le jardin. Pendant que le couple impérial s'arrêtait pour recevoir les hommages officiels, Gayrard, grimpé sur un marronnier, muni d'un ébauchoir et d'un peu d'argile, saisi, d'un coup d'œil assuré et à une main prompte, les deux têtes souveraines, dont il fixa les masses principales. Il descendit ensuite de son observatoire improvisé et courut chez lui, où, en quelques heures, il acheva son modèle. Il livra ce travail à un tabletier nommé Morvilliers, qui conclut avec lui pour un nombre indéfini d'épreuves.

Gayrard a laissé, sur la théorie de l'art, une série de pensées, et les plus justes, ont été recueillies par le beau ardent développé, entrete nu et fortifié constamment par l'étude des langues anciennes et par la lecture assidue des auteurs classiques, et qui, par ses nombreux petits salons de l'Institut, était le rendez-vous d'hommes éminents. Raymond Gayrard était alors, parmi nos artistes, l'un des plus habiles, et, à coup sûr, le plus prompt à trouver l'expression plastique des sujets propres à la gravure en médailles. Il composait presque toujours de verve et modelait sans tâtonner. On sait ce que c'est qu'un jeton, et combien il est difficile de donner un valeur d'art à ces petites pièces. Il y en a pourtant dans la collection de Gayrard qui sont des chefs-d'œuvre d'invention ingénieuse et de fine exécution. Dans ses médailles proprement dites, Gayrard montre un talent ferme, grave, élevé. Celle qui rappelle la bataille de Montenotte est d'une simplicité imposante.

Citons encore la médaille commémorative de la rentrée de Pie IX à Rome. L'ouvrage de cet artiste comprend 211 médaillons, 75 statues et groupes, 41 bas-reliefs et frontons, 40 bustes, 101 médaillons, 20 gravures sur pierres fines. Cette fécondité ne fut point ralentie dans les dernières années de sa vie. On voit que l'art de graver n'est point un art qui s'épuise; il est dur jusqu'à ses derniers moments, et il est mort à quatre-vingts ans. M. Jules Duval a publié une monographie complète de son œuvre, dans les *Biographies aovergneuses* (1839, in-32).

**GAYRAUD** (François DE), conseiller de la Sénéchaussée de Toulouse, mort en 1609. Il était arrivé à la vieillesse, ayant toujours mené une vie irréprochable, lorsqu'il s'éprit d'une folle passion pour une belle Portugaise, nommée Vivante, dont les désirs ne se satisfaisaient pas encore la beauté. Pour lui donner une position qui lui permit de cacher sous un maquis honorable des relations honteuses, Gayraud fit marier avec un avoué contraifait et difforme, nommé Romain. Celui-ci avait voulu

mettre un terme aux déportements de sa femme, Gayraud, de concert avec trois compagnons de débauche qu'un même intérêt poussa au crime, tendit un guet-apens à Romain et le fit assassiner; mais la justice ne tarda pas à connaître les coupables, qui furent condamnés au dernier supplice.

**GAYTON** (Edmond), littérateur anglais, né à Londres en 1609, mort à Oxford en 1666. Il fut professeur à l'université d'Oxford et publia, entre autres ouvrages: *Charis scripta*, ou *Nouveau jeu de cartes*, appelé *Play by the book* (1645, in-4°); *Notes agréables sur don Quichotte* (1654, in-fol.), livre souvent réimprimé; *l'Art de la longévité* (1659).

**GAZ** adj. (ghè-ve). Anc. cout. Se disait en Normandie des épaves et des animaux égares et non réclamés.

**GAZ** s. m. (gaz - flam. *geest*, esprit). Physiq. Corps fluide élastique, restant tel sous la pression et à la température ordinaires: *Le gaz oxygène. Le gaz azote. Les ballons à gaz hydrogène s'appellent des aéronauts, et les ballons à air chaud des ballons montés.* *Les gaz montgolfières.* (A. Rion.) *Les substances portées à l'état de gaz occupent un volume quinze à dix-huit cents fois plus grand qu'à l'état solide.* (L. Figuiier.) *Le gaz permanents. Ceux qui conservent leur volume sous toutes les températures et à toutes les pressions relatives.*

— Absol. Hydrogène carboné qui sert à l'éclairage; éclairage au moyen de ce gaz: *Une usine à gaz. Le chauffage à gaz. Le rayonnement au gaz. Une explosion de gaz. La fabrication du gaz ne peut être évaluée en prix de revient d'une manière générale.* (Proudh.) *La science enfante sous la cité le rayon souverain du gaz pour relayer le soleil.* (Cailletan.) *Le gaz l'entraîne dans le canot souterrain et des conduits en fonte, qui vont chercher les racines sous le sol et les mutilent.* (H. Berthoud.)

— Par ext. Compagnie qui fournit le gaz d'éclairage: *Être employé au gaz. Prendre des actions du gaz parisien.*  
— *Bec de gaz.* Petit orifice par où s'échappe le gaz d'éclairage, et où on allume: *Il y a dans ce bec plus de cent bec de gaz.*  
— *Gaz portatif.* Gaz d'éclairage que l'on transporte à domicile, au lieu de le faire circuler par des tuyaux souterrains.

— Encycl. Physiq. *Caractères physiques des gaz.* Les propriétés générales des gaz qui les distinguent des solides et des liquides sont une indépendance presque complète entre leurs molécules, dont la mobilité relative est extrême; l'absence de toute cohésion apparente; une tendance à l'éloignement, qui fait qu'on peut conserver les gaz que dans des récipients clos de toutes parts, sans qu'il y se disperseraient d'eux-mêmes dans le mélange de gaz qui constitue notre atmosphère; une compressibilité et une dilatabilité presque indéfinies; une tension propre ou force élastique qui s'exerce de l'intérieur à l'extérieur sur les parois des vases qui les renferment, et à pour effet de distendre ces parois lorsque leur nature s'y prête et qu'aucune action contraire ne s'exerce de l'extérieur à l'intérieur.

Les gaz que nous renfermons dans des enveloppes flexibles et extensibles arrivent promptement à un état d'équilibre dans lequel ils ne semblent plus faire effort contre ces enveloppes. Mais cela tient à ce qu'ils sont plongés dans l'atmosphère, ces enveloppes éprouvent elles-mêmes de l'extérieur à l'intérieur les effets de la force élastique de l'air. L'équilibre s'établit, non pas entre les molécules du gaz renfermé dans l'enveloppe, mais entre la force élastique de ce gaz et celle de l'atmosphère. Pour le prouver, il suffit de porter sous le récipient de la machine pneumatique l'enveloppe pleine de gaz et de faire le vide autour d'elle; à mesure que le vide se produit, l'enveloppe se distend et elle crève bientôt si elle est assez peu résistante.

Si notre atmosphère ne se dispersait pas, c'est que les parties en sont retenues par le pesanteur, en sorte que la encore l'équilibre ne s'établirait pas entre les molécules de l'air, mais entre leur force élastique et le pesanteur; d'où il résulte que la pression exercée par l'atmosphère sur la surface du globe, pression dont nous observons aisément la mesure en faisant le vide d'un côté d'une paroi plane et laissant l'autre en contact avec l'air extérieur, équivalait au poids de tout l'air qui nous environne. Un gaz qu'on introduirait dans un tube vertical fermé par le bas et indéfiniment étendu vers le haut s'y dilaterait jusqu'à occuper une hauteur égale à celle de l'atmosphère.

*Distinction entre les gaz et les vapeurs.* Tous les liquides donnent dans le vide des vapeurs plus ou moins abondantes, qui se forment instantanément; ils s'évaporent lentement à l'air libre et à la température ordinaire, mais leur évaporation peut être accélérée par l'emploi de la chaleur. Les vapeurs que donnent les liquides dans ces diverses circonstances sont, à l'égard de toutes les propriétés qui caractérisent les gaz, mais elles s'en distinguent par un point essentiel: c'est qu'elles ne peuvent, sans repasser en partie à l'état liquide, supporter soit une pression plus ou moins forte, soit un faible abaissement de température.

— *Gaz liquéfiables.* Toutefois, la distinction qu'on vient d'établir entre les gaz proprement dits et les vapeurs n'a rien d'essentiel, un grand nombre de gaz ayant pu être liquéfiés par l'emploi simultané de pressions élevées et d'un froid intense, et les autres n'ayant vraisemblablement résisté jusqu'ici que parce que les moyens employés pour les liquéfier n'étaient pas assez énergiques. Pour éviter toute confusion, il faut entendre exclusivement par gaz les vapeurs qui ne repassent point en partie à l'état liquide à la température de 0° et à la pression de 0<sup>m</sup> 76.

C'est la pesanteur de l'air qui rompt le principal rôle dans la plupart des liquides et des siphons, dans l'ascension des liquides dans les tubes barométriques, etc.

— *Variation du poids d'un gaz avec l'altitude et la latitude.* Les poids de tous les corps, solides et liquides, changent en même temps proportionnellement avec l'altitude et la latitude, en sorte que les poids exprimés en grammes restent toujours les mêmes, en quelque point de la surface de la terre qu'on se tienne; il n'en est pas de même des gaz, parce que, ramené à la même pression nominale de 760 millimètres de mercure, ils ne supportent pas effectivement la même pression, une même colonne de mercure n'ayant pas le même poids partout. La gravité *g'* en un lieu quelconque est exprimée par

quel on a d'abord fait le vide et que l'on a ensuite rempli du gaz à essayer. Le principe d'Archimède s'applique d'ailleurs aux gaz aussi bien qu'aux liquides; ainsi, si l'on suspend un ballon fermé à l'une des extrémités du fléau d'une balance, qu'on l'équilibre avec de la tare placée dans le plateau suspendu à l'autre extrémité, qu'on porte le tout sous le récipient de la machine pneumatique et qu'on fasse le vide, on voit le ballon l'emporter sur la tare, parce que, son volume étant plus considérable, le poids qu'il perdait dans l'air était aussi plus grand.

*Gaz permanents.* On a donné le nom de gaz permanents aux gaz que l'on n'a pas encore pu liquéfier, mais le nombre de ces gaz diminue d'année en année; il ne faut donc attribuer qu'un sens relatif à la qualification de permanents attribuée à quelques gaz.  
— *Nomenclature des gaz.* Les gaz connus aujourd'hui sont au nombre de trente-trois, dont quatre, l'oxygène, l'hydrogène, l'azote et le chlore sont simples; parmi les autres, cinq se rencontrent à l'état libre dans la nature; ce sont: l'acide carbonique, le protoxyde et le bicarbonate d'hydrogène, l'ammoniaque et les autres s'y trouvent en très-petites quantités. Les autres sont des produits artificiels. Voici la liste complète des gaz rangés dans l'ordre de leur permanence croissante: Gaz que l'on a pu solidifier.

Acide bromhydrique.  
Chlorure, bromure et iodure de cyanogène.  
Acide hypozotique.  
Fluorure de bore.  
Chlorure de bore.  
Chlorure de bicarbonate.  
Cyanogène.  
Chlore.  
Acide carbonique.  
Acide iodhydrique.  
Acide sulfureux.  
Acide hypochloreux.  
Acide chloroux.  
Acide hypochlorique.  
Ammoniaque.  
Acide sulfureux.  
Acide sulfhydrique.  
Hydrogène phosphoré.  
Protoxyde d'azote.

*Gaz que l'on n'a pas pu solidifier, mais qu'on a liquéfiés.*  
Gaz oléant.  
Acide fluorhydrique.  
Acide chlorhydrique.  
Hydrogène arséniqué.  
Hydrogène sulfuré.  
Gaz permanents.  
Oxygène.  
Hydrogène.  
Azote.  
Bioxyde d'azote.  
Oxyde de carbone.  
Hydrogène protocarboné.

Des pressions de 100 atmosphères et une température de 100 degrés au-dessous de zéro n'ont pas suffi pour amener ces gaz à l'état liquide.

— *Mélange des gaz.* Deux ou plusieurs gaz mis en présence dans un même vase se pénètrent et se mélangent, quel que soit leur densité, et forment bientôt un ensemble homogène dont la force élastique est la somme de celles des gaz mêlés, rapportés au volume total et à la température du mélange. C'est ce qu'on appelle la loi de Dalton, qui est d'ailleurs identique à la loi de l'expérience suivante. Il avait rempli séparément d'acide carbonique et d'hydrogène deux ballons munis de douilles à robinet; il les vissa l'un sur l'autre, le ballon rempli d'hydrogène étant au-dessus de l'autre, les descendit dans les caves de l'Observatoire, où il les laissa reposer assez longtemps, puis ouvrit les deux robinets. Au bout de quelques heures, malgré la grande différence de leurs densités, les deux gaz s'étaient uniformément répartis dans les deux vases.

— *Endosmose des gaz.* Deux gaz différents séparés dans l'intérieur d'un même vase par une membrane sèche, formant cloison, se mélangent au bout d'un temps plus ou moins long en passant à travers les pores de cette cloison. Si la membrane est mouillée, le mélange se fait plus vite et, de plus, les deux courants deviennent inégaux; il y a endosmose de l'un des gaz vers l'autre.

— *Pression dans les gaz.* Le principe de l'égalité de pression en tous sens, autour d'un même point, établi pour les liquides, est à l'égard de ce même point, quel qu'en soit celui de la transmission proportionnelle à la surface, il ne doit s'entendre, pour les liquides, qu'abstraction faite de leurs poids, ou pour les points situés sur une même surface horizontale, tandis que, pour les gaz, en raison de leur légèreté, il peut, en quelque sorte, être considéré comme absolu.

— *Pesanteur des gaz.* On a longtemps cru les gaz dépourvus de pesanteur. C'est Torricelli qui le premier a montré qu'ils ne sont aucunement exception sous ce rapport; Pascal a institué les expériences décisives qui ont renversé les idées anciennement reçues à cet égard. On démontre très-simplement la pesanteur de l'air ou de tout autre gaz en pesant successivement un ballon dans le

VOLUMES	PRESSIONS					
	Air	Différence	Acide carbonique	Différence	Hydrogène	Différence
1	1 <sup>m</sup> ,0000	+ 0 <sup>m</sup> ,0000	1 <sup>m</sup> ,0000	+ 0 <sup>m</sup> ,0000	1 <sup>m</sup> ,0000	- 0 <sup>m</sup> ,0000
1/5	4 <sup>m</sup> ,9704	+ 0 <sup>m</sup> ,9206	4 <sup>m</sup> ,8288	+ 0 <sup>m</sup> ,1722	5 <sup>m</sup> ,0116	- 0 <sup>m</sup> ,0116
1/10	9 <sup>m</sup> ,9162	+ 0 <sup>m</sup> ,0838	9 <sup>m</sup> ,2262	+ 0 <sup>m</sup> ,7738	10 <sup>m</sup> ,0560	- 0 <sup>m</sup> ,0560
1/15	14 <sup>m</sup> ,8248	+ 0 <sup>m</sup> ,1752	13 <sup>m</sup> ,1869	+ 1 <sup>m</sup> ,8131	15 <sup>m</sup> ,1395	- 0 <sup>m</sup> ,1395
1/20	19 <sup>m</sup> ,7198	+ 0 <sup>m</sup> ,2802	16 <sup>m</sup> ,7054	+ 3 <sup>m</sup> ,2946	20 <sup>m</sup> ,2687	- 0 <sup>m</sup> ,2687

On voit par là que l'air lui-même, qui avait d'abord été seul expérimenté, ne suit pas la loi de Mariotte, et que son volume diminue plus rapidement que celle loi ne l'indiquait. Il n'existe peut-être pas de gaz qui y soit exactement soumis. Quel qu'il soit, l'acide carbonique s'y soustrait, dans le même sens que l'air, mais d'une façon beaucoup plus accusée, et l'hydrogène dans le sens contraire; ce qui prouve que la formule de Mariotte ne serait pas même l'expression limite de la loi de compressibilité d'un gaz parfait. Toutefois, il convient d'ajouter qu'à un degré de précision qui n'est atteint ni par la mesure, ni par l'expérience, l'hydrogène, le chlore, le protoxyde d'azote, et le chlore lui-même, sont soumis à des perturbations appréciables: ce serait l'attraction exercée par l'enveloppe sur la couche de gaz qui est en contact avec elle, attraction qui aurait pour effet de diminuer le volume apparent de ce gaz, et qui doit se faire d'autant plus sentir, relativement, que la densité de ce gaz est moindre. Dans cette hypothèse, la condensation opérée par l'enveloppe, étant considérée comme nulle pour l'hydrogène à la pression de 1 mètre, devrait être regardée comme négative à une pression de 20<sup>m</sup>,2687, et cela expliquerait comment, à cette pression, l'hydrogène occupe encore le vingtième de son volume primitif. La même décroissance dans l'effet de condensation produit par l'attraction de l'enveloppe se rencontrerait aussi, naturellement, pour l'air et l'acide carbonique; mais l'attraction exercée par le gaz sur lui-même, augmentant plus rapidement que l'attraction de l'enveloppe ne diminuerait, le volume décroîtrait plus vite que la pression n'augmenterait.

Ce qui semblerait justifier cette hypothèse, c'est d'abord que M. Regnault a trouvé qu'à 100<sup>m</sup> l'acide carbonique se conformerait à la loi de Mariotte, et que l'on a même cru remarquer qu'il existait pour chaque gaz une température spéciale, en deçà de laquelle il se comprimerait plus rapidement que ne l'indique la loi de Mariotte, et au delà de laquelle il se conduirait comme l'hydrogène à la température ordinaire.

— *Liquéfaction et solidification des gaz.* Mais on va voir que les gaz qui s'écartent le plus de la loi de Mariotte, c'est-à-dire ceux qui ont une température spéciale, ce sont ceux qui sont les plus éloignés de la température ordinaire. Mariotte n'avait poussé ses expériences que jusqu'à 5 atmosphères, et les moyens de mesure dont il se servait n'étaient pas de la précision nécessaire. C'est-à-dire et Swendsen poussèrent la vérification de la loi jusqu'à 27 atmosphères et en admirèrent l'exactitude.

Quelques temps après, M. Despretz, voulant savoir si tous les gaz se comportent identiquement de la même manière, plongea dans une cuvette commune à mercure, des éprouvettes contenant différents gaz jusqu'à un même niveau, puis, en fermant celles-ci et éprouvettes dans un cylindre rempli d'eau, sur laquelle on pouvait exercer de forte pression à l'aide d'un piston à vis, il reconnut que l'acide carbonique, l'hydrogène sulfuré, l'ammoniaque, le cyanogène, etc., se comprimèrent plus que l'air, et que l'hydrogène, au contraire, se comprimerait moins. Un peu plus tard, M. Pouillet, reprenant plus en grand la même expérience, rencontra les mêmes exceptions d'une manière encore plus marquée.

Ces faits, en montrant que la formule énoncée par Mariotte ne s'applique pas à tous les gaz, jetèrent quelques doutes sur son exactitude, même relativement à l'air. MM. Dulong et Arago, qui expérimentèrent de nouveau ce gaz et portèrent sa pression jusqu'à 27 atmosphères, ne trouvèrent que fort peu de différence entre les volumes observés et les volumes calculés; mais notons que la méthode qu'ils suivirent, et qui n'était autre que celle de Mariotte, était vicieuse, en ce que les erreurs d'observation devaient naturellement rester les mêmes durant toute la série des opérations, et qu'au contraire la grandeur à évaluer, c'est-à-dire le volume du gaz, diminuit rapidement; de sorte qu'aucune proportion n'était gardée entre la grandeur du nombre trouvé et celle de l'erreur commise.

TEMPÉRATURE	GAZ OBLÉPANT	ACIDE CARBONIQUE	PROTOXYDE D'AZOTE	ACIDE CHLORHYDRIQUE	HYDROGÈNE SULFURÉ	HYDROGÈNE ARSÉNÉ
-870,2	atmosph.	atmosph.	atmosph.	atmosph.	atmosph.	atmosph.
-720,3		9,3	1,8	1,8	1,0	0,0
-560,7		12,5	5,3	4,1	1,6	1,1
-400,0		17,0	11,1	8,7	2,9	2,3
-280,9		21,2	16,3	13,3	4,2	3,5
-120,2		31,7	26,8	22,9	7,2	6,2
10,1		42,5	37,2	31,1	9,9	8,0
40,4				30,0	11,8	10,6

Voici un autre tableau donnant les températures auxquelles se solidifient quelques gaz:  
Acide bromhydrique. . . . . 30  
Acide hypozotique. . . . . 30  
Cyanogène . . . . . 30  
Acide iodhydrique. . . . . 510  
Acide carbonique. . . . . 580  
Oxyde de chlore. . . . . 69  
Ammoniaque. . . . . 750  
Acide sulfureux. . . . . 760  
Acide sulfhydrique. . . . . 850  
Protoxyde d'azote. . . . . 1000

— *Mélanges des gaz et des vapeurs.* Dalton a fait connaître le premier les lois suivantes, qui se confondent avec celles qui se rapportent aux mélanges des gaz entre eux: la tension et, par suite, la quantité en poids de vapeur qui, à une température donnée, sature un même espace restant les mêmes, soit que cet espace soit vide, soit qu'il contienne déjà un gaz quelconque; les forces élastiques du gaz et de la vapeur s'ajoutent; la loi de Mariotte est applicable aux mélanges de gaz et de vapeur, lorsque la vapeur n'est pas à saturation et tant qu'il ne s'agit que de petites variations de pression.

— *Dilatation des gaz par la chaleur.* Plusieurs physiciens estimables, entre autres

VOLUMES	PRESSIONS					
	Air	Différence	Acide carbonique	Différence	Hydrogène	Différence
1	1 <sup>m</sup> ,0000	+ 0 <sup>m</sup> ,0000	1 <sup>m</sup> ,0000	+ 0 <sup>m</sup> ,0000	1 <sup>m</sup> ,0000	- 0 <sup>m</sup> ,0000
1/5	4 <sup>m</sup> ,9704	+ 0 <sup>m</sup> ,9206	4 <sup>m</sup> ,8288	+ 0 <sup>m</sup> ,1722	5 <sup>m</sup> ,0116	- 0 <sup>m</sup> ,0116
1/10	9 <sup>m</sup> ,9162	+ 0 <sup>m</sup> ,0838	9 <sup>m</sup> ,2262	+ 0 <sup>m</sup> ,7738	10 <sup>m</sup> ,0560	- 0 <sup>m</sup> ,0560
1/15	14 <sup>m</sup> ,8248	+ 0 <sup>m</sup> ,1752	13 <sup>m</sup> ,1869	+ 1 <sup>m</sup> ,8131	15 <sup>m</sup> ,1395	- 0 <sup>m</sup> ,1395
1/20	19 <sup>m</sup> ,7198	+ 0 <sup>m</sup> ,2802	16 <sup>m</sup> ,7054	+ 3 <sup>m</sup> ,2946	20 <sup>m</sup> ,2687	- 0 <sup>m</sup> ,2687

On voit par là que l'air lui-même, qui avait d'abord été seul expérimenté, ne suit pas la loi de Mariotte, et que son volume diminue plus rapidement que celle loi ne l'indiquait. Il n'existe peut-être pas de gaz qui y soit exactement soumis. Quel qu'il soit, l'acide carbonique s'y soustrait, dans le même sens que l'air, mais d'une façon beaucoup plus accusée, et l'hydrogène dans le sens contraire; ce qui prouve que la formule de Mariotte ne serait pas même l'expression limite de la loi de compressibilité d'un gaz parfait. Toutefois, il convient d'ajouter qu'à un degré de précision qui n'est atteint ni par la mesure, ni par l'expérience, l'hydrogène, le chlore, le protoxyde d'azote, et le chlore lui-même, sont soumis à des perturbations appréciables: ce serait l'attraction exercée par l'enveloppe sur la couche de gaz qui est en contact avec elle, attraction qui aurait pour effet de diminuer le volume apparent de ce gaz, et qui doit se faire d'autant plus sentir, relativement, que la densité de ce gaz est moindre. Dans cette hypothèse, la condensation opérée par l'enveloppe, étant considérée comme nulle pour l'hydrogène à la pression de 1 mètre, devrait être regardée comme négative à une pression de 20<sup>m</sup>,2687, et cela expliquerait comment, à cette pression, l'hydrogène occupe encore le vingtième de son volume primitif.

— *Liquéfaction et solidification des gaz.* Mais on va voir que les gaz qui s'écartent le plus de la loi de Mariotte, c'est-à-dire ceux qui ont une température spéciale, ce sont ceux qui sont les plus éloignés de la température ordinaire. Mariotte n'avait poussé ses expériences que jusqu'à 5 atmosphères, et les moyens de mesure dont il se servait n'étaient pas de la précision nécessaire. C'est-à-dire et Swendsen poussèrent la vérification de la loi jusqu'à 27 atmosphères et en admirèrent l'exactitude.

Quelques temps après, M. Despretz, voulant savoir si tous les gaz se comportent identiquement de la même manière, plongea dans une cuvette commune à mercure, des éprouvettes contenant différents gaz jusqu'à un même niveau, puis, en fermant celles-ci et éprouvettes dans un cylindre rempli d'eau, sur laquelle on pouvait exercer de forte pression à l'aide d'un piston à vis, il reconnut que l'acide carbonique, l'hydrogène sulfuré, l'ammoniaque, le cyanogène, etc., se comprimèrent plus que l'air, et que l'hydrogène, au contraire, se comprimerait moins. Un peu plus tard, M. Pouillet, reprenant plus en grand la même expérience, rencontra les mêmes exceptions d'une manière encore plus marquée.

Ces faits, en montrant que la formule énoncée par Mariotte ne s'applique pas à tous les gaz, jetèrent quelques doutes sur son exactitude, même relativement à l'air. MM. Dulong et Arago, qui expérimentèrent de nouveau ce gaz et portèrent sa pression jusqu'à 27 atmosphères, ne trouvèrent que fort peu de différence entre les volumes observés et les volumes calculés; mais notons que la méthode qu'ils suivirent, et qui n'était autre que celle de Mariotte, était vicieuse, en ce que les erreurs d'observation devaient naturellement rester les mêmes durant toute la série des opérations, et qu'au contraire la grandeur à évaluer, c'est-à-dire le volume du gaz, diminuit rapidement; de sorte qu'aucune proportion n'était gardée entre la grandeur du nombre trouvé et celle de l'erreur commise.

TEMPÉRATURE	GAZ OBLÉPANT	ACIDE CARBONIQUE	PROTOXYDE D'AZOTE	ACIDE CHLORHYDRIQUE	HYDROGÈNE SULFURÉ	HYDROGÈNE ARSÉNÉ
-870,2	atmosph.	atmosph.	atmosph.	atmosph.	atmosph.	atmosph.
-720,3		9,3	1,8	1,8	1,0	0,0
-560,7		12,5	5,3	4,1	1,6	1,1
-400,0		17,0	11,1	8,7	2,9	2,3
-280,9		21,2	16,3	13,3	4,2	3,5
-120,2		31,7	26,8	22,9	7,2	6,2
10,1		42,5	37,2	31,1	9,9	8,0
40,4				30,0	11,8	10,6

Voici un autre tableau donnant les températures auxquelles se solidifient quelques gaz:  
Acide bromhydrique. . . . . 30  
Acide hypozotique. . . . . 30  
Cyanogène . . . . . 30  
Acide iodhydrique. . . . . 510  
Acide carbonique. . . . . 580  
Oxyde de chlore. . . . . 69  
Ammoniaque. . . . . 750  
Acide sulfureux. . . . . 760  
Acide sulfhydrique. . . . . 850  
Protoxyde d'azote. . . . . 1000

— *Mélanges des gaz et des vapeurs.* Dalton a fait connaître le premier les lois suivantes, qui se confondent avec celles qui se rapportent aux mélanges des gaz entre eux: la tension et, par suite, la quantité en poids de vapeur qui, à une température donnée, sature un même espace restant les mêmes, soit que cet espace soit vide, soit qu'il contienne déjà un gaz quelconque; les forces élastiques du gaz et de la vapeur s'ajoutent; la loi de Mariotte est applicable aux mélanges de gaz et de vapeur, lorsque la vapeur n'est pas à saturation et tant qu'il ne s'agit que de petites variations de pression.

— *Dilatation des gaz par la chaleur.* Plusieurs physiciens estimables, entre autres

Amontons et Dalton, avaient, au commencement de ce siècle, mesuré la dilatation de l'air entre 0° et 100°; ils étaient arrivés à des résultats discordants, parce que l'art de dessécher les gaz leur était inconnu.

Gay-Lussac, qui reprit ensuite la question, l'étudia avec soin et crut pouvoir établir les trois lois suivantes, qui portent son nom: 1° tous les gaz se dilatent également; 2° leur dilatation est indépendante de la pression; 3° la dilatation commune de tous les gaz est de 0,375 entre 0° et 100°. Ces lois furent admises, sans aucune contestation, par Regnault, ayant employé des moyens plus parfaits pour obtenir bien sec l'air soumis aux expériences, ne trouva que 0,3646 pour le coefficient de dilatation de ce gaz entre 0° et 100°. Ce fait avait éveillé l'attention des physiciens M. Magnus, en Allemagne, et M. Regnault, en France, entreprenant de soumettre la question à une nouvelle étude plus approfondie.

Les expériences de M. Regnault sur l'air lui donnèrent d'abord 0,3706 pour le coefficient moyen de dilatation de ce gaz entre 0° et 100°, sous la pression de 0<sup>m</sup> 76.

En opérant ensuite sur différents gaz, il trouva les nombres suivants:

Hydrogène. . . . .	0,3661
Oxyde de carbone. . . . .	0,3669

se borner à déterminer deux seulement d'entre elles par expérience directe. C'est celle qui se prête le mieux à cette détermination; quand C a été obtenu, pour avoir l et c, on cherche à déterminer C, dont la valeur est

C = 1 + l / (c + 1 + at)

qui ne dépend que de l, lev. Or, d'après la définition même de l, lev / (1 + at) est l'expression approchée de la quantité de chaleur que dégagerait une compression égale à 1 / (1 + at) opérée dans le volume du gaz correspondant à l'unité de poids;

M. Regnault s'est depuis attaché à confirmer les deux lois de Dulong et Petit et de Neumann. M. Neumann a généralisé la loi de Dulong et Petit, en démontrant, par des expériences précises, que pour les corps chimiquement composés d'une manière analogue, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique reste constant.

M. Moutier s'est depuis attaché à confirmer les deux lois de Dulong et Petit et de Neumann. M. Moutier a généralisé la loi de Dulong et Petit, en démontrant, par des expériences précises, que pour les corps chimiquement composés d'une manière analogue, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique reste constant.

M. Moutier s'est depuis attaché à confirmer les deux lois de Dulong et Petit et de Neumann. M. Moutier a généralisé la loi de Dulong et Petit, en démontrant, par des expériences précises, que pour les corps chimiquement composés d'une manière analogue, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique reste constant.

M. Moutier s'est depuis attaché à confirmer les deux lois de Dulong et Petit et de Neumann. M. Moutier a généralisé la loi de Dulong et Petit, en démontrant, par des expériences précises, que pour les corps chimiquement composés d'une manière analogue, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique reste constant.

M. Moutier s'est depuis attaché à confirmer les deux lois de Dulong et Petit et de Neumann. M. Moutier a généralisé la loi de Dulong et Petit, en démontrant, par des expériences précises, que pour les corps chimiquement composés d'une manière analogue, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique reste constant.

M. Moutier s'est depuis attaché à confirmer les deux lois de Dulong et Petit et de Neumann. M. Moutier a généralisé la loi de Dulong et Petit, en démontrant, par des expériences précises, que pour les corps chimiquement composés d'une manière analogue, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique reste constant.

M. Moutier s'est depuis attaché à confirmer les deux lois de Dulong et Petit et de Neumann. M. Moutier a généralisé la loi de Dulong et Petit, en démontrant, par des expériences précises, que pour les corps chimiquement composés d'une manière analogue, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique reste constant.

M. Moutier s'est depuis attaché à confirmer les deux lois de Dulong et Petit et de Neumann. M. Moutier a généralisé la loi de Dulong et Petit, en démontrant, par des expériences précises, que pour les corps chimiquement composés d'une manière analogue, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique reste constant.

M. Moutier s'est depuis attaché à confirmer les deux lois de Dulong et Petit et de Neumann. M. Moutier a généralisé la loi de Dulong et Petit, en démontrant, par des expériences précises, que pour les corps chimiquement composés d'une manière analogue, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique reste constant.

M. Moutier s'est depuis attaché à confirmer les deux lois de Dulong et Petit et de Neumann. M. Moutier a généralisé la loi de Dulong et Petit, en démontrant, par des expériences précises, que pour les corps chimiquement composés d'une manière analogue, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique reste constant.

M. Moutier s'est depuis attaché à confirmer les deux lois de Dulong et Petit et de Neumann. M. Moutier a généralisé la loi de Dulong et Petit, en démontrant, par des expériences précises, que pour les corps chimiquement composés d'une manière analogue, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique reste constant.

long et Petit à cette remarquable loi: Le produit du poids atomique d'un corps simple par sa chaleur spécifique est constant. En réalité, tous les produits calculés diffèrent peu des uns des autres et sont compris entre 6 et 7. Le carbone, le bore et le silicium les échappent seuls à cette loi, mais ils peuvent tous trois se présenter sous trois états différents: l'état amorphe, l'état graphité et l'état adamantin et, sous chacun de ces trois états, ils ont des chaleurs spécifiques différentes, en sorte que les exceptions qu'ils fournissent à la loi ne prouvent pas contre elle.

— Loi de Neumann. M. Neumann a généralisé la loi de Dulong et Petit, en démontrant, par des expériences précises, que pour les corps chimiquement composés d'une manière analogue, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique reste constant.

M. Regnault s'est depuis attaché à confirmer les deux lois de Dulong et Petit et de Neumann. M. Regnault a généralisé la loi de Dulong et Petit, en démontrant, par des expériences précises, que pour les corps chimiquement composés d'une manière analogue, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique reste constant.

M. Regnault s'est depuis attaché à confirmer les deux lois de Dulong et Petit et de Neumann. M. Regnault a généralisé la loi de Dulong et Petit, en démontrant, par des expériences précises, que pour les corps chimiquement composés d'une manière analogue, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique reste constant.

M. Regnault s'est depuis attaché à confirmer les deux lois de Dulong et Petit et de Neumann. M. Regnault a généralisé la loi de Dulong et Petit, en démontrant, par des expériences précises, que pour les corps chimiquement composés d'une manière analogue, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique reste constant.

M. Regnault s'est depuis attaché à confirmer les deux lois de Dulong et Petit et de Neumann. M. Regnault a généralisé la loi de Dulong et Petit, en démontrant, par des expériences précises, que pour les corps chimiquement composés d'une manière analogue, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique reste constant.

M. Regnault s'est depuis attaché à confirmer les deux lois de Dulong et Petit et de Neumann. M. Regnault a généralisé la loi de Dulong et Petit, en démontrant, par des expériences précises, que pour les corps chimiquement composés d'une manière analogue, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique reste constant.

M. Regnault s'est depuis attaché à confirmer les deux lois de Dulong et Petit et de Neumann. M. Regnault a généralisé la loi de Dulong et Petit, en démontrant, par des expériences précises, que pour les corps chimiquement composés d'une manière analogue, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique reste constant.

M. Regnault s'est depuis attaché à confirmer les deux lois de Dulong et Petit et de Neumann. M. Regnault a généralisé la loi de Dulong et Petit, en démontrant, par des expériences précises, que pour les corps chimiquement composés d'une manière analogue, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique reste constant.

M. Regnault s'est depuis attaché à confirmer les deux lois de Dulong et Petit et de Neumann. M. Regnault a généralisé la loi de Dulong et Petit, en démontrant, par des expériences précises, que pour les corps chimiquement composés d'une manière analogue, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique reste constant.

M. Regnault s'est depuis attaché à confirmer les deux lois de Dulong et Petit et de Neumann. M. Regnault a généralisé la loi de Dulong et Petit, en démontrant, par des expériences précises, que pour les corps chimiquement composés d'une manière analogue, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique reste constant.

M. Regnault s'est depuis attaché à confirmer les deux lois de Dulong et Petit et de Neumann. M. Regnault a généralisé la loi de Dulong et Petit, en démontrant, par des expériences précises, que pour les corps chimiquement composés d'une manière analogue, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique reste constant.

M. Regnault s'est depuis attaché à confirmer les deux lois de Dulong et Petit et de Neumann. M. Regnault a généralisé la loi de Dulong et Petit, en démontrant, par des expériences précises, que pour les corps chimiquement composés d'une manière analogue, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique reste constant.

M. Regnault s'est depuis attaché à confirmer les deux lois de Dulong et Petit et de Neumann. M. Regnault a généralisé la loi de Dulong et Petit, en démontrant, par des expériences précises, que pour les corps chimiquement composés d'une manière analogue, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique reste constant.

— Admettons que X = E; alors l'équation (1) deviendra (R + P)(V - v) = MKT.

C'est la relation fondamentale dont nous allons voir découler les conséquences. On en déduit d'abord, en remplaçant E par son égal 1/A et comparant à l'équation (2), MKT = Avm<sup>3</sup>.

La quantité de chaleur nécessaire pour échauffer un corps, indépendamment de tout travail interne et externe, a pour équivalent l'accroissement de force vive de l'éther interposé entre les molécules du corps. En négligeant R' dans la relation (4), elle devient RV + P(V - v) = 1/2 MKTE.

RV est ce qu'on a appelé le travail de désagrégation totale du gaz. Prenons le cas d'un gaz ou d'une vapeur qui se sépare sans produire de travail externe dans une enceinte imperméable à la chaleur. Soient T, et T', les températures initiale et finale, V, et V', les volumes correspondants; le travail de désagrégation accompli sera R.V. - R'.V', dont la valeur ne peut être que la demi-perte de force vive; on aura donc RV - R'.V. = 1/2 (mv<sup>2</sup> - mv'<sup>2</sup>) = 1/2 MK(T - T')

— Un autre côté, l'équation (6) donnera R.V. - R'.V. + P(V - v) = P<sub>1</sub>(V - v) = 1/2 MK(T - T')

Il en résulte immédiatement P<sub>1</sub>(V - v) = P<sub>1</sub>(V - v).

C'est le remarquable théorème de M. Hirn: « Lorsqu'une vapeur, saturée ou non, sans rendre de travail externe et sans recevoir ni perdre de chaleur, passe de son volume spécifique V, à un volume plus grand V', et par suite d'une pression P, à une pression moindre P', il y a toujours égalité entre les produits des pressions externes par les volumes correspondants diminués du volume atomique, pourvu que cette vapeur demeure dans toutes ses conditions chimiques et que la somme de ses forces vives dans les corps composants, au rétrécissement, à la pression P, et à la pression P', soit la même; ou, au rétrécissement à la même température, P.V. = P'.V', tandis que la loi de Mariotte donnerait P.V. = P'.V<sub>1</sub>.

— Nous ne discutons pas la formule (1), qui se justifie par l'exactitude des conséquences qui en seront déduites; nous remarquons seulement que, dans le cas des gaz ou R et v peuvent être considérés comme négligeables, elle se réduit à PV = constante,

et qu'ainsi l'on y retrouve les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, que l'on considère comme caractérisant les gaz parfaits.

— La constante de l'équation (1) serait le rapport à la température absolue T de la demi-force vive de l'éther remplissant l'espace inter-atmosphérique; on aurait donc (2) (R + P)(V - v) = 1/2 mv<sup>2</sup>,

m désignant la masse de l'éther emprisonné à m vitesses; nous ne discutons pas non plus cette formule.

— La chaleur dépensée pour échauffer un corps sous la pression constante de l'atmosphère s'emploie de trois manières différentes: une partie sert à élever la température du corps; elle est représentée par MKdT, M désignant le poids du corps, K sa chaleur spécifique absolue, indépendante de l'état physique, et dt l'élevation de température; la seconde partie a pour équivalent le travail externe correspondant au refoulement de l'atmosphère, elle est représentée par APdV. A désignant l'équivalent calorifique du travail; enfin la dernière partie a pour équivalent le travail interne: elle est représentée par Av, désignant le travail interne; on a donc (3) MCdT = MKdT + APdV + Av.

C désignant la chaleur spécifique vulgaire sous pression constante.

Dans les gaz parfaits, la cohésion est nulle; le travail interne l'est donc aussi, et par conséquent, l'équation précédente donne K = C - 1/A - AP dV / dt.

— Admettons que X = E; alors l'équation (1) donne, en négligeant Av, les valeurs suivantes de K:

Pour l'hydrogène. . . . . K = 2,4448  
Pour l'azote. . . . . K = 0,1751  
Pour l'oxygène. . . . . K = 0,1521

D'un autre côté, l'équation (9), qui a été déduite de l'hypothèse X = E, donne Pour l'hydrogène. . . . . K = 2,272  
Pour l'azote. . . . . K = 0,1625  
Pour l'oxygène. . . . . K = 0,1415

Les premiers nombres sont un peu supérieurs aux seconds; mais il faut remarquer qu'en négligeant Av dans l'équation on a dû trouver pour K des valeurs trop fortes; ainsi l'hypothèse X = E se trouve justifiée.

La relation (9) établissant un rapport constant entre la chaleur spécifique vulgaire et la capacité calorifique absolue, on pourrait substituer l'une à l'autre dans l'énoncé de la loi de Dulong et Petit; que le produit du poids atomique par la chaleur spécifique est constant; d'un autre côté, M. Hirn admet que les corps simples exigent la même quantité de chaleur pour s'échauffer lorsqu'ils sont libres ou combinés. Il substitue, en conséquence, à la loi de Neumann la formule suivante: Le produit du poids atomique moyen par la chaleur spécifique absolue est constant et égal à la somme des produits analogues que l'on obtient pour les corps simples.

— La loi que vient d'être énoncée donnerait, pour une combinaison binaire quelconque, MK + MK' = (M + M')K',

M et M' désignant les poids des corps composants, K et K' leurs chaleurs spécifiques absolues, et K' la chaleur spécifique absolue du produit de la combinaison. Or l'équation (5) MKT = Avm<sup>3</sup> transformerait la précédente en mv<sup>2</sup> + m'v'<sup>2</sup> = m<sup>3</sup>v<sup>2</sup>.

Les lois de Dulong et de Neumann, convenablement interprétées, se traduiraient donc ainsi: La force vive de l'éther dans le résultat d'une combinaison chimique est la somme de ses forces vives dans les corps composants.

Reprenons la relation (8) P dV / dt = 1/2 MKTE.

D'après ce qu'on vient de dire, MK reste le même d'un gaz à l'autre, lorsque le volume et la pression restent les mêmes, puisque M est alors proportionnel au poids atomique; il en résulte que le coefficient de dilatation est le même pour tous les gaz parfaits. C'est la loi de Gay-Lussac confirmée par les expériences de M. Regnault.

On arrive à des conséquences plus remarquables encore en associant à la loi des chaleurs spécifiques à la relation (4). Nous avons admis la relation MK + MK' = (M + M')K',

D'un autre côté, l'équation (4) donne MK = 2(R + P)(V - v) / TE.

Il en résulte, pour une combinaison binaire quelconque ou un mélange de corps à la même température, (10) (R + P)(V - v) + (R' + P')(V' - v') = (R'' + P'')(V'' - v'').

c'est-à-dire: Le produit du volume inter-atmosphérique d'une combinaison ou d'un mélange par la somme des pressions intérieure et extérieure est égal à la somme des produits analogues relatifs aux corps mélangés, les trois corps étant supposés à la même température.

— L'hydrogène, qui sont de même composés de volumes égaux d'hydrogène et de vapeurs de brome ou d'iode, seront plus difficiles à liquéfier que l'acide chlorhydrique, puisque le brome et l'iode sont moins volatiles que le chlorure. Cette conséquence de la formule est encore confirmée.

S'imaginons, en second lieu, que la combinaison soit accompagnée d'une condensation, la pression externe P restera dans la formule et l'on aura R'' = R \* V / V' + R' \* V' / V + (V + V' / V - 1) P.

— On voit d'abord que si les deux gaz peuvent donner plusieurs combinaisons, et que dans l'une d'elles il n'y ait pas condensation, la cohésion, dans celle-ci, sera beaucoup moins grande que dans les autres. C'est ce qu'on vérifie, par exemple, sur le bioxyde d'azote, qui est formé sans condensation et qui n'a pas été liquéfié.

— Mais considérons quelques cas particuliers, et comparons deux combinaisons différentes de deux mêmes corps qui contiennent, sous le même volume V', des volumes égaux V de l'un des corps et des volumes différents V' et V' de l'autre; on aura R'' = R \* V / V' + R' \* V' / V + (V + V' / V - 1) P,

et R'' = R \* V / V' + R' \* V' / V + (V + V' / V - 1) P; d'où R'' - R'' = R' \* V' - V' / V + V' - V' / V = (R' + P) \* (V' - V) / V.

— Appliquons cette formule à l'acide carbonique et à l'oxyde de carbone: le premier gaz contient son volume d'oxygène, le second n'en contient que la moitié, et des volumes égaux des deux contiennent la même quantité de carbone. On aura alors, dans le premier, par R' la cohésion de l'oxygène, par R'', celle de l'acide de carbone, et par R'' celle de l'acide carbonique.

R'' - R'' = R' \* V' - V' / V + V' - V' / V = (R' + P) \* (V' - V) / V.

La différence sera positive, et, en effet, l'acide carbonique a pu être liquéfié, tandis que l'oxyde de carbone n'a pas pu l'être. Le gaz oléant et le gaz des marais offrent un exemple analogue.

La même formule montre que, lorsque deux corps peuvent se substituer l'un à l'autre dans leurs combinaisons isomères avec un troisième, la cohésion du produit varie dans le même sens que celle du corps variable. Ainsi, en substituant le chlore à l'hydrogène, le brome au chlore, ou le brome, dans leurs combinaisons avec le soufre, par exemple, on trouvera des composés de moins en moins volatils. C'est ce que confirme l'expérience.

— Chin. I. Historique. Le terme de gaz, communément appliqué aujourd'hui à toutes les substances élastiques, a été introduit dans la chimie par Van Helmont vers le milieu du XVII<sup>e</sup> siècle. A proprement parler, un gaz est une substance qui possède une élasticité parfaite, et qui présente une méthode d'expansion constante, un même coefficient de dilatation, tandis que les vapeurs, c'est-à-dire les gaz rapprochés de leur point de liquéfaction, n'ont pas un coefficient de dilatation identique dans les mêmes conditions de pression; il est intéressant de faire remarquer, toutefois, que la distinction entre les gaz et les vapeurs ne peut pas être maintenue, puisque la plupart des gaz ont été liquéfiés. Toutes les vapeurs deviennent gaz à une température suffisamment haute, et tous les gaz deviennent vapeurs lorsqu'ils sont en partie liquéfiés et en contact avec leurs liquides générateurs, c'est-à-dire lorsqu'ils ont acquis la densité la plus forte qu'ils puissent acquies sans perdre l'état liquide. Une vapeur n'est qu'un gaz à son maximum de densité.

— Avant le milieu du XVII<sup>e</sup> siècle, la nature de l'air était le plus généralement inconnue. On le considérait comme un élément subtil analogue au feu. On croyait bien que l'air contribuait à la formation de certaines substances dont il devenait partie constituante; mais on n'avait aucune opinion arrêtée relativement à sa pondérabilité et à sa nature chimique. On savait qu'il était nécessaire à la combustion et à la respiration; mais on lui attribuait sur tous ces points une action plutôt semblable à celle que la lumière exerce sur la végétation qu'à celle que nous savons être son action véritable. Quant aux gaz d'une nature chimique autre que celle de l'air atmosphérique, il est douteux que les anciens en aient eu connaissance. Sans doute ils avaient observé les substances gazeuses suffoquantes qui s'exhalent de la terre en divers endroits, sans doute les avaient distinguées des émanations de l'air atmosphérique ordinaire; mais, pour les auteurs qui en parlent, du XVI<sup>e</sup> au XVIII<sup>e</sup> siècle, ces émanations ne paraissent pas différer de l'air quant à leur nature intime; elles sont formées d'air charriant quelques substances étrangères et nuisibles. Ainsi Basile Valentin dit, en décrivant l'air inflammable et suffoquant des mines: « Cette vapeur suffoquante, il faut bien se le

— Rappelons, en second lieu, que la combinaison soit accompagnée d'une condensation, la pression externe P restera dans la formule et l'on aura R'' = R \* V / V' + R' \* V' / V + (V + V' / V - 1) P.

— On voit d'abord que si les deux gaz peuvent donner plusieurs combinaisons, et que dans l'une d'elles il n'y ait pas condensation, la cohésion, dans celle-ci, sera beaucoup moins grande que dans les autres. C'est ce qu'on vérifie, par exemple, sur le bioxyde d'azote, qui est formé sans condensation et qui n'a pas été liquéfié.

— Mais considérons quelques cas particuliers, et comparons deux combinaisons différentes de deux mêmes corps qui contiennent, sous le même volume V', des volumes égaux V de l'un des corps et des volumes différents V' et V' de l'autre; on aura R'' = R \* V / V' + R' \* V' / V + (V + V' / V - 1) P,

et R'' = R \* V / V' + R' \* V' / V + (V + V' / V - 1) P; d'où R'' - R'' = R' \* V' - V' / V + V' - V' / V = (R' + P) \* (V' - V) / V.

— Appliquons cette formule à l'acide carbonique et à l'oxyde de carbone: le premier gaz contient son volume d'oxygène, le second n'en contient que la moitié, et des volumes égaux des deux contiennent la même quantité de carbone. On aura alors, dans le premier, par R' la cohésion de l'oxygène, par R'', celle de l'acide de carbone, et par R'' celle de l'acide carbonique.

R'' - R'' = R' \* V' - V' / V + V' - V' / V = (R' + P) \* (V' - V) / V.

La différence sera positive, et, en effet, l'acide carbonique a pu être liquéfié, tandis que l'oxyde de carbone n'a pas pu l'être. Le gaz oléant et le gaz des marais offrent un exemple analogue.

La même formule montre que, lorsque deux corps peuvent se substituer l'un à l'autre dans leurs combinaisons isomères avec un troisième, la cohésion du produit varie dans le même sens que celle du corps variable. Ainsi, en substituant le chlore à l'hydrogène, le brome au chlore, ou le brome, dans leurs combinaisons avec le soufre, par exemple, on trouvera des composés de moins en moins volatils. C'est ce que confirme l'expérience.

— Chin. I. Historique. Le terme de gaz, communément appliqué aujourd'hui à toutes les substances élastiques, a été introduit dans la chimie par Van Helmont vers le milieu du XVII<sup>e</sup> siècle. A proprement parler, un gaz est une substance qui possède une élasticité parfaite, et qui présente une méthode d'expansion constante, un même coefficient de dilatation, tandis que les vapeurs, c'est-à-dire les gaz rapprochés de leur point de liquéfaction, n'ont pas un coefficient de dilatation identique dans les mêmes conditions de pression; il est intéressant de faire remarquer, toutefois, que la distinction entre les gaz et les vapeurs ne peut pas être maintenue, puisque la plupart des gaz ont été liquéfiés. Toutes les vapeurs deviennent gaz à une température suffisamment haute, et tous les gaz deviennent vapeurs lorsqu'ils sont en partie liquéfiés et en contact avec leurs liquides générateurs, c'est-à-dire lorsqu'ils ont acquis la densité la plus forte qu'ils puissent acquies sans perdre l'état liquide. Une vapeur n'est qu'un gaz à son maximum de densité.

— Avant le milieu du XVII<sup>e</sup> siècle, la nature de l'air était le plus généralement inconnue. On le considérait comme un élément subtil analogue au feu. On croyait bien que l'air contribuait à la formation de certaines substances dont il devenait partie constituante; mais on n'avait aucune opinion arrêtée relativement à sa pondérabilité et à sa nature chimique. On savait qu'il était nécessaire à la combustion et à la respiration; mais on lui attribuait sur tous ces points une action plutôt semblable à celle que la lumière exerce sur la végétation qu'à celle que nous savons être son action véritable. Quant aux gaz d'une nature chimique autre que celle de l'air atmosphérique, il est douteux que les anciens en aient eu connaissance. Sans doute ils avaient observé les substances gazeuses suffoquantes qui s'exhalent de la terre en divers endroits, sans doute les avaient distinguées des émanations de l'air atmosphérique ordinaire; mais, pour les auteurs qui en parlent, du XVI<sup>e</sup> au XVIII<sup>e</sup> siècle, ces émanations ne paraissent pas différer de l'air quant à leur nature intime; elles sont formées d'air charriant quelques substances étrangères et nuisibles. Ainsi Basile Valentin dit, en décrivant l'air inflammable et suffoquant des mines: « Cette vapeur suffoquante, il faut bien se le

— Rappelons, en second lieu, que la combinaison soit accompagnée d'une condensation, la pression externe P restera dans la formule et l'on aura R'' = R \* V / V' + R' \* V' / V + (V + V' / V - 1) P.

— On voit d'abord que si les deux gaz peuvent donner plusieurs combinaisons, et que dans l'une d'elles il n'y ait pas condensation, la cohésion, dans celle-ci, sera beaucoup moins grande que dans les autres. C'est ce qu'on vérifie, par exemple, sur le bioxyde d'azote, qui est formé sans condensation et qui n'a pas été liquéfié.

— Mais considérons quelques cas particuliers, et comparons deux combinaisons différentes de deux mêmes corps qui contiennent, sous le même volume V', des volumes égaux V de l'un des corps et des volumes différents V' et V' de l'autre; on aura R'' = R \* V / V' + R' \* V' / V + (V + V' / V - 1) P,

et R'' = R \* V / V' + R' \* V' / V + (V + V' / V - 1) P; d'où R'' - R'' = R' \* V' - V' / V + V' - V' / V = (R' + P) \* (V' - V) / V.

— Appliquons cette formule à l'acide carbonique et à l'oxyde de carbone: le premier gaz contient son volume d'oxygène, le second n'en contient que la moitié, et des volumes égaux des deux contiennent la même quantité de carbone. On aura alors, dans le premier, par R' la cohésion de l'oxygène, par R'', celle de l'acide de carbone, et par R'' celle de l'acide carbonique.

R'' - R'' = R' \* V' - V' / V + V' - V' / V = (R' + P) \* (V' - V) / V.

La différence sera positive, et, en effet, l'acide carbonique a pu être liquéfié, tandis que l'oxyde de carbone n'a pas pu l'être. Le gaz oléant et le gaz des marais offrent un exemple analogue.

La même formule montre que, lorsque deux corps peuvent se substituer l'un à l'autre dans leurs combinaisons isomères avec un troisième, la cohésion du produit varie dans le même sens que celle du corps variable. Ainsi, en substituant le chlore à l'hydrogène, le brome au chlore, ou le brome, dans leurs combinaisons avec le soufre, par exemple, on trouvera des composés de moins en moins volatils. C'est ce que confirme l'expérience.

— Chin. I. Historique. Le terme de gaz, communément appliqué aujourd'hui à toutes les substances élastiques, a été introduit dans la chimie par Van Helmont vers le milieu du XVII<sup>e</sup> siècle. A proprement parler, un gaz est une substance qui possède une élasticité parfaite, et qui présente une méthode d'expansion constante, un même coefficient de dilatation, tandis que les vapeurs, c'est-à-dire les gaz rapprochés de leur point de liquéfaction, n'ont pas un coefficient de dilatation identique dans les mêmes conditions de pression; il est intéressant de faire remarquer, toutefois, que la distinction entre les gaz et les vapeurs ne peut pas être maintenue, puisque la plupart des gaz ont été liquéfiés. Toutes les vapeurs deviennent gaz à une température suffisamment haute, et tous les gaz deviennent vapeurs lorsqu'ils sont en partie liquéfiés et en contact avec leurs liquides générateurs, c'est-à-dire lorsqu'ils ont acquis la densité la plus forte qu'ils puissent acquies sans perdre l'état liquide. Une vapeur n'est qu'un gaz à son maximum de densité.

— Avant le milieu du XVII<sup>e</sup> siècle, la nature de l'air était le plus généralement inconnue. On le considérait comme un élément subtil analogue au feu. On croyait bien que l'air contribuait à la formation de certaines substances dont il devenait partie constituante; mais on n'avait aucune opinion arrêtée relativement à sa pondérabilité et à sa nature chimique. On savait qu'il était nécessaire à la combustion et à la respiration; mais on lui attribuait sur tous ces points une action plutôt semblable à celle que la lumière exerce sur la végétation qu'à celle que nous savons être son action véritable. Quant aux gaz d'une nature chimique autre que celle de l'air atmosphérique, il est douteux que les anciens en aient eu connaissance. Sans doute ils avaient observé les substances gazeuses suffoquantes qui s'exhalent de la terre en divers endroits, sans doute les avaient distinguées des émanations de l'air atmosphérique ordinaire; mais, pour les auteurs qui en parlent, du XVI<sup>e</sup> au XVIII<sup>e</sup> siècle, ces émanations ne paraissent pas différer de l'air quant à leur nature intime; elles sont formées d'air charriant quelques substances étrangères et nuisibles. Ainsi Basile Valentin dit, en décrivant l'air inflammable et suffoquant des mines: « Cette vapeur suffoquante, il faut bien se le

— Rappelons, en second lieu, que la combinaison soit accompagnée d'une condensation, la pression externe P restera dans la formule et l'on aura R'' = R \* V / V' + R' \* V' / V + (V + V' / V - 1) P.

— On voit d'abord que si les deux gaz peuvent donner plusieurs combinaisons, et que dans l'une d'elles il n'y ait pas condensation, la cohésion, dans celle-ci, sera beaucoup moins grande que dans les autres. C'est ce qu'on vérifie, par exemple, sur le bioxyde d'azote, qui est formé sans condensation et qui n'a pas été liquéfié.

— Mais considérons quelques cas particuliers, et comparons deux combinaisons différentes de deux mêmes corps qui contiennent, sous le même volume V', des volumes égaux V de l'un des corps et des volumes différents V' et V' de l'autre; on aura R'' = R \* V / V' + R' \* V' / V + (V + V' / V - 1) P,

et R'' = R \* V / V' + R' \* V' / V + (V + V' / V - 1) P; d'où R'' - R'' = R' \* V' - V' / V + V' - V' / V = (R' + P) \* (V' - V) / V.

— Appliquons cette formule à l'acide carbonique et à l'oxyde de carbone: le premier gaz contient son volume d'oxygène, le second n'en contient que la moitié, et des volumes égaux des deux contiennent la même quantité de carbone. On aura alors, dans le premier, par R' la cohésion de l'oxygène, par R'', celle de l'acide de carbone, et par R'' celle de l'acide carbonique.

R'' - R'' = R' \* V' - V' / V + V' - V' / V = (R' + P) \* (V' - V) / V.

La différence sera positive, et, en effet, l'acide carbonique a pu être liquéfié, tandis que l'oxyde de carbone n'a pas pu l'être. Le gaz oléant et le gaz des marais offrent un exemple analogue.

La même formule montre que, lorsque deux corps peuvent se substituer l'un à l'autre dans leurs combinaisons isomères avec un troisième, la cohésion du produit varie dans le même sens que celle du corps variable. Ainsi, en substituant le chlore à l'hydrogène, le brome au chlore, ou le brome, dans leurs combinaisons avec le soufre, par exemple, on trouvera des composés de moins en moins volatils. C'est ce que confirme l'expérience.

— Chin. I. Historique. Le terme de gaz, communément appliqué aujourd'hui à toutes les substances élastiques, a été introduit dans la chimie par Van Helmont vers le milieu du XVII<sup>e</sup> siècle. A proprement parler, un gaz est une substance qui possède une élasticité parfaite, et qui présente une méthode d'expansion constante, un même coefficient de dilatation, tandis que les vapeurs, c'est-à-dire les gaz rapprochés de leur point de liquéfaction, n'ont pas un coefficient de dilatation identique dans les mêmes conditions de pression; il est intéressant de faire remarquer, toutefois, que la distinction entre les gaz et les vapeurs ne peut pas être maintenue, puisque la plupart des gaz ont été liquéfiés. Toutes les vapeurs deviennent gaz à une température suffisamment haute, et tous les gaz deviennent vapeurs lorsqu'ils sont en partie liquéfiés et en contact avec leurs liquides générateurs, c'est-à-dire lorsqu'ils ont acquis la densité la plus forte qu'ils puissent acquies sans perdre l'état liquide. Une vapeur n'est qu'un gaz à son maximum de densité.

— Avant le milieu du XVII<sup>e</sup> siècle, la nature de l'air était le plus généralement inconnue. On le considérait comme un élément subtil analogue au feu. On croyait bien que l'air contribuait à la formation de certaines substances dont il devenait partie constituante; mais on n'avait aucune opinion arrêtée relativement à sa pondérabilité et à sa nature chimique. On savait qu'il était nécessaire à la combustion et à la respiration; mais on lui attribuait sur tous ces points une action plutôt semblable à celle que la lumière exerce sur la végétation qu'à celle que nous savons être son action véritable. Quant aux gaz d'une nature chimique autre que celle de l'air atmosphérique, il est douteux que les anciens en aient eu connaissance. Sans doute ils avaient observé les substances gazeuses suffoquantes qui s'exhalent de la terre en divers endroits, sans doute les avaient distinguées des émanations de l'air atmosphérique ordinaire; mais, pour les auteurs qui en parlent, du XVI<sup>e</sup> au XVIII<sup>e</sup> siècle, ces émanations ne paraissent pas différer de l'air quant à leur nature intime; elles sont formées d'air charriant quelques substances étrangères et nuisibles. Ainsi Basile Valentin dit, en décrivant l'air inflammable et suffoquant des mines: « Cette vapeur suffoquante, il faut bien se le