



HAL
open science

Travaux néerlandais

E. Mathias

► **To cite this version:**

E. Mathias. Travaux néerlandais. J. Phys. Theor. Appl., 1905, 4 (1), pp.29-51.
10.1051/jphystap:01905004002901 . jpa-00241002

HAL Id: jpa-00241002

<https://hal.science/jpa-00241002v1>

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

TRAVAUX NÉERLANDAIS ;

П.-W. ВАКЦИС ROOZEBOOM. — Une représentation dans l'espace des domaines des phases et de leurs complexes dans des systèmes binaires où seules les composantes pures existent à l'état de phase solide. — *Archives Néerlandaises*, 2^e série, t. VIII, p. 92.

Dans la figure en question, la plus grande dimension (horizontale) représente la température ; la largeur donne la concentration x des

mélanges qui existent à l'état de vapeur ou de liquide ; les ordonnées (verticales) représentent la pression.

La figure n'est pas construite sur un exemple déterminé, mais de telle manière que les diverses parties soient nettement visibles, sans que l'ensemble prenne une trop grande extension ; on a admis en outre que les composants liquides sont miscibles en toute proportion, et qu'il n'existe ni maximum, ni minimum de tension.

H.-W. BAKHUIS ROOZEBOOM. — Équilibres dans le système acétaldéhyde et paraldéhyde avec ou sans transformation moléculaire. — *Archives Néerlandaises*, 2^e série, t. VIII, p. 97.

J.-D. VAN DER WAALS. — Quelques remarques sur l'allure de la transformation moléculaire. — *Archives Néerlandaises*, 2^e série, t. VIII, p. 104.

L'équilibre entre les phases d'un système est déterminé exclusivement par le nombre des composants indépendants, lequel est en général égal à celui des espèces de molécules. Il peut toutefois être plus petit, notamment quand, parmi les diverses espèces de molécules, il y en a qui se transforment les unes dans les autres, comme dans les cas d'association, d'ionisation ou d'isomérisation. Quand ces transformations moléculaires s'opèrent plus rapidement que la production de l'équilibre, elles n'ont pas d'influence sur ce dernier. C'est ainsi que le point de congélation de l'eau est tout aussi net que celui d'une substance simple, bien que l'eau soit un mélange d'au moins deux espèces de molécules. Mais, si la vitesse de transformation est faible, le système soumis à des opérations de courte durée se comporte comme s'il avait un nombre de composants indépendants plus élevé que quand on opère avec lenteur. L'étude du système aldéhyde ordinaire et paraldéhyde, faite par le Dr Hollmann, de Dorpat, dans le laboratoire du professeur Bakhuis Roozeboom, permet d'étudier l'influence de la vitesse de transformation sur tout le domaine des phases ; le système étudié ne donne pas lieu de lui-même à des transformations moléculaires, tandis qu'avec une trace d'acide sulfurique il se transforme assez rapidement pour qu'il se conduise comme un système à un seul composant indépendant. Au cours des mesures, on a déterminé la température critique des deux composants indépendants, et on a trouvé :

Aldéhyde ordinaire.....	$\theta = + 188^{\circ}$
Paraldéhyde.....	$\theta = + 286^{\circ}$

On peut considérer comme universellement admis que l'acide acétique comme le peroxyde d'azote sont formés à l'état de vapeur d'un mélange de molécules simples et doubles, le nombre des molécules doubles diminuant à mesure que la température s'élève. On pourrait être tenté de conclure que cette allure de la transformation est la seule possible. M. J.-D. Van der Waals montre théoriquement que l'allure inverse peut aussi se présenter et que, d'après les expériences de M. Bakhuis Roozeboom, il en est probablement ainsi dans la transformation moléculaire de l'aldéhyde ordinaire en paral-déhyde.

J.-D. VAN DER WAALS. — Phénomènes critiques de liquides partiellement miscibles. — *Archives Néerlandaises*, 2^e série, t. VIII, p. 109.

L'auteur montre que, selon toute vraisemblance, les expériences de M. Kuenen sur les mélanges d'éthane et d'alcool méthylique ou éthylique permettent de faire une description exacte du cas étudié; quant à l'explication de la cause pour laquelle il se forme une saillie dans la courbe spinodale du côté des petits volumes, elle est encore à trouver. Il est possible que cela tienne simplement à ce que, dans les mélanges d'une substance normale avec une substance *associée*, le coefficient $\left(\frac{\partial p}{\partial x}\right)_v$ peut prendre une valeur extraordinairement grande.

D.-J. KORTEWEG. — Sur les points de plissement et les plis correspondants dans le voisinage des bords de la surface ψ de Van der Waals. — *Archives Néerlandaises*, 2^e série, t. VIII, p. 233.

Dans sa « Théorie moléculaire d'une substance composée de deux matières différentes », Van der Waals donne l'expression de l'énergie libre ψ d'un mélange constitué par x molécules de l'un des composants et $1 - x$ molécules de l'autre en fonction de x et du volume v :

$$\psi = -MRT \log(v - b_x) - \frac{a_x}{v} + MRT \left\{ x \log x + (1 - x) \log(1 - x) \right\}.$$

a_x et b_x sont les coefficients de l'équation d'état :

$$\left(p + \frac{a_x}{v^2}\right)(v - b_x) = M_x RT,$$

à laquelle obéit le mélange binaire. En particulier, a_x est considéré comme indépendant de la température, et donné, ainsi que b_x , par les formules :

$$\begin{aligned} a_x &= a_1 (1 - x)^2 + 2a_{1.2} x (1 - x) + a_2^2 x^2, \\ b_x &= b_1 (1 - x)^2 + 2b_{1.2} x (1 - x) + b_2^2 x^2. \end{aligned}$$

Ce n'est que dans le cas où T est égal à la température critique T_k de la substance principale qu'il y a un point de plissement sur le bord $x = 0$. Ce point de plissement coïncide avec le point critique de la substance principale pour lequel $v = 3b_1$. Quand la température change, le point de plissement et le pli correspondant se déplacent en suivant deux allures tout à fait différentes.

L'auteur étudie mathématiquement ces déplacements en transformant d'abord l'équation de la surface ψ , et posant :

$$v' = \frac{v - 3b_1}{3b_1}, \quad t' = \frac{T - T_k}{T_k}, \quad \psi' = \frac{\psi}{MRT_k},$$

ce qui veut dire que le volume est mesuré à partir du volume critique, et avec celui-ci pour unité, que la température est mesurée à partir de la température critique, et avec celle-ci pour unité, que l'énergie libre ψ' est mesurée avec MRT_k comme unité. Dans ces conditions, l'expression de ψ' affecte une forme simple, et pour l'étudier dans le voisinage du bord il suffit de la développer suivant les puissances de x .

H.-W. BAKHUIS ROOZEBOOM. — Sur les amalgames d'étain.
Archives Néerlandaises, 2^e série, t. VIII, p. 260.

J.-J. VAN LAAR. — L'allure des courbes de fusion d'alliages solides et d'amalgames.
Archives Néerlandaises, 2^e série, t. VIII, p. 264.

A l'état liquide, l'étain et le mercure sont miscibles en toutes proportions. Ces divers mélanges déposent, à des températures différentes, une phase solide. Les températures auxquelles commence la solidification sous la pression atmosphérique dessinent une courbe de fusion qui a été déterminée par M. Van Heteren dans le laboratoire du professeur Bakhuis Roozboom, en prenant pour abscisses les teneurs en 0/0 d'atomes d'étain et pour ordonnées les températures de solidification. Elle se compose de deux branches réunies

par un point anguleux correspondant à $-34,5$ et à $0,3\ 0/0$ d'atome d'étain. La branche la plus courte n'existe qu'entre le point de solidification du mercure $-38,6$ et $-34,5$; elle se rapporte à des amalgames excessivement pauvres en étain qui, refroidis, laissent déposer des cristaux mixtes contenant à peu près autant d'étain que de mercure, et dans lesquels est présente une variété d'étain qui paraît différente de l'étain pur ordinaire.

La seconde branche de la courbe de fusion a une allure caractéristique; la portion qui s'étend de 120° au point de fusion de l'étain est presque rectiligne; la portion inférieure à 120° présente au contraire jusqu'à $+40^\circ$ une augmentation très rapide de la solubilité avec la température; entre $+40^\circ$ et $-34,5$, la solubilité est au contraire très faible, et la courbe très voisine de l'axe des ordonnées. Les cristaux déposés par refroidissement sont de l'étain presque pur.

Au moyen d'hypothèses simples sur l'expression des potentiels moléculaires de l'étain à l'état solide et à l'état liquide dans l'amalgame et égalant ces potentiels, on obtient une relation entre la température T et la teneur x en étain qui est l'équation de la courbe de fusion; on a les deux branches en donnant au potentiel de l'étain liquide dans l'amalgame des formes différentes selon qu'il s'agit de solutions extrêmement diluées, ou de solutions plus riches pouvant aller jusqu'à l'étain pur. La seconde formule obtenue ainsi par M. Van Laar reproduit *quantitativement*, et d'une manière satisfaisante, les températures de solidification T observées par M. Van Heteren entre $-14,9$ et $+211,6$.

J.-J. VAN LAAR. — Sur les propriétés électromotrices d'amalgames et d'alliages. *Archives Néerlandaises*, 2^e série, t. VIII, p. 296.

L'auteur obtient par la thermodynamique l'expression exacte de la différence de potentiel qui se produit entre deux solutions (solides et liquides) contenant l'une deux métaux et l'autre deux électrolytes dont les deux métaux considérés sont des ions. Il suppose en outre que les deux métaux sont solubles en toutes proportions, ce qui est certainement le cas pour des amalgames ou des alliages liquides, quand la température est supérieure au point de fusion des deux métaux.

Cette manière de faire semble préférable à celle de M. Nernst, qui

part de la notion de *pression osmotique*, laquelle est moins claire que celle de potentiel thermodynamique. Les expériences de M. Van Heteren, en particulier, vérifient les formules de M. Van Laar au millivolt près.

J.-D. VAN DER WAALS Jr. — Sur la manière dont la grandeur b de l'équation d'état dépend de la densité. — *Archives Néerlandaises*, 2^e série, t. VIII, p. 283.

Dans l'hypothèse que les molécules sont des sphères parfaitement dures et élastiques, on peut, de plusieurs façons, montrer que le volume disponible pour le mouvement de ces molécules est égal au volume V occupé par le gaz diminué de quatre fois le volume propre des molécules. Si l'on appelle « sphère de distance » une sphère concentrique avec une molécule et de rayon double de celle-ci, le covolume b apparaît comme égal à la moitié du volume total de toutes les sphères de distance.

Il en est ainsi lorsque la densité est très faible, ou, ce qui revient au même, lorsque le volume est très grand ; le covolume est alors désigné par b_∞ .

Lorsque la densité est plus grande, ou le volume plus petit, on peut être tenté de trouver la valeur de b en deuxième approximation en diminuant V de la moitié de l'espace réellement occupé par les sphères de distance, de telle sorte qu'un segment commun à deux sphères ne vienne qu'une fois en ligne de compte ; en d'autres termes, il faudrait remplacer b_∞ par $b_\infty - \Sigma S$, ΣS désignant la somme de tous les segments communs à deux sphères de distance. C'est de cette façon que le professeur Van der Waals a trouvé $\Sigma S = \frac{17}{32} \frac{b_\infty^2}{V}$, alors que Boltzmann trouvait $\frac{3}{8} \frac{b_\infty^2}{V}$ au moyen d'une méthode tout à fait indirecte. En reprenant avec beaucoup de finesse la méthode directe, l'auteur montre que, conformément à l'analyse de Boltzmann, le covolume est bien donné en seconde approximation par $b_\infty - \frac{3}{8} \frac{b_\infty^2}{V}$.

Prof. J.-D. VAN DER WAALS. — L'état liquide et l'équation d'état. *Archives Néerlandaises*, 2^e série, t. IX, p. 1.

Il est bien connu que l'équation d'état de l'auteur, dans laquelle a et b sont des constantes, explique qualitativement les phéno-

mènes, mais ne donne pas de résultats numériquement exacts. Dès l'origine, le professeur Van der Waals avait mis en lumière ce point que a était probablement une constante, mais que la grandeur b ne l'était certainement pas. Il montre dans le mémoire actuel que, si l'on conserve les hypothèses du début, savoir a constant et b variable avec le volume, les grands écarts disparaissent en majeure partie, pourvu que la variation de b avec le volume soit donnée par la formule suivante obtenue dans l'application de la théorie du mouvement cyclique à l'équation d'état ⁽¹⁾ :

$$(1) \quad \frac{b - b_0}{v - b} = 1 - \left(\frac{b - b_0}{b_l - b_0} \right)^2.$$

Dans cette formule, b_l et b_0 représentent les limites de b , la première pour un volume infiniment grand, la deuxième pour le volume le plus petit auquel il soit possible de réduire la matière. Il semble bien, d'après les travaux de M. Van Laar et d'après un travail antérieur de l'auteur lui-même, que b soit, à volume constant, fonction aussi de la température ; mais, provisoirement, l'auteur ne considère que la variation de b avec le volume, en faisant l'hypothèse supplémentaire $b_l = 2b_0$. Dans ces conditions, il rend compte sensiblement de la relation relative à la pression de la vapeur saturée :

$$(2) \quad -\log \frac{p}{p_c} = f \left(\frac{T_c}{T} - 1 \right),$$

qui est vérifiée par l'expérience avec des valeurs de f voisines de 7, tandis que l'équation d'état avec a et b constants conduit à f voisin de 3,4.

L'auteur arrive également à rendre compte de l'ordre de grandeur du coefficient de dilatation et du coefficient de compressibilité du liquide aux températures pour lesquelles la pression p est négligeable ; mais il est singulier que le volume spécifique du liquide déduit des hypothèses précédentes soit trop petit et, par suite, la densité trop grande.

Avec l'hypothèse de la variabilité de b avec v , les trois valeurs réelles de v qui correspondent à une même température et à une même pression ne sont plus données par une équation du 3^e degré. Pourtant l'allure générale reste la même ; au-dessous de la tempé-

(1) J.-D. VAN DER WAALS, *J. de Phys.*, 4^e série, t. I, p. 56 ; 1902.

rature critique, il y a encore un maximum et un minimum de pression, et la température critique est toujours celle où ces pressions maxima et minima coïncident, le point critique étant toujours défini par les équations :

$$p = f(v, T), \quad \left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_T = 0, \quad \left(\frac{\partial^2 p}{\partial v^2}\right)_T = 0.$$

Il est intéressant de constater qu'à un certain passage de son mémoire, l'éminent professeur d'Amsterdam essaye d'expliquer la valeur expérimentale du coefficient f de la relation (2) dans l'hypothèse liquidogénique ; il est même conduit à une relation intéressante dont, malheureusement, il abandonne aussitôt la discussion.

J.-D. VAN DER WAALS. — L'équilibre d'un solide avec une phase fluide, principalement au voisinage de l'état critique. — *Archives Néerlandaises*, 2^e série, t. IX, p. 438.

A. SMITS. — Sur l'allure de la courbe de solubilité dans le voisinage de la température critique de mélanges binaires. — *Archives Néerlandaises*, 2^e série, t. IX, p. 251.

Les recherches sur les températures critiques des mélanges binaires et la représentation complète dans l'espace pression-température-concentration de l'équilibre entre les phases solides et les phases fluides donnée par M. Bakhuis Roozeboom (Voir p. 29), faisaient prévoir qu'il serait possible, dès à présent, de trouver l'allure de la courbe de solubilité d'un solide dans le domaine des températures critiques. En combinant ces deux moyens, M. Smits trouve que l'allure de la courbe de solubilité ne peut présenter quelque particularité que dans le cas où la substance la moins volatile (B) constitue la phase solide, son point de fusion étant plus élevé que la température critique de la substance la plus volatile (A), laquelle joue le rôle de dissolvant.

M. Smits a soumis ces prévisions à l'épreuve de l'expérience, en prenant comme substances A et B respectivement de l'éther et de l'antraquinone.

Les expériences ont été faites avec des tubes à parois épaisses, longs de 5 centimètres et contenant des quantités d'éther et d'antraquinone pesées d'avance. Ces tubes étaient chauffés dans un bain d'air à fenêtres de mica et agités automatiquement. Pour construire

la courbe de solubilité, on observait la température à laquelle toute l'antraquinone disparaissait. Pour obtenir la courbe critique, on laissait la température s'élever ou s'abaisser très lentement, et on prenait la moyenne des températures où il se formait un nuage et où la phase liquide disparaissait. L'auteur a observé des phénomènes singuliers. Avec un tube contenant 6 0/0 d'antraquinone et 94 0/0 d'éther, on a un peu au-dessous de 202° trois phases : une solide, une liquide, une gazeuse, représentées par le symbole $S_B + L + G$; à 202°, la phase liquide disparaît et il reste les deux phases $S_B + G$; en chauffant davantage, la phase solide B se dissout dans le gaz. Si maintenant on laisse la température de la phase gazeuse unique s'abaisser, il ne se sépare d'abord pas d'antraquinone solide, comme on devrait s'y attendre; vers 211°, il se forme un brouillard, et il se condense une phase liquide qui est à la fois instable et sursaturée. La température continuant à s'abaisser, à 205° le liquide disparaît, se résolvant en solide et en vapeur; puis, vers 202°, un nouveau liquide se forme, qui, cette fois, est stable. On voit donc qu'il peut exister des vapeurs *sursaturées par un solide*, lesquelles reviennent à l'état stable par un détour qui comprend un état instable, en particulier une solution sursaturée.

Les expériences de M. Smits lui permettent d'expliquer quelques particularités observées par d'autres auteurs : Walden et Centnerszwer, Hannay et Hogarth, Villard, en particulier — et restées obscures jusqu'ici.

M. Van der Waals, à l'occasion de ces intéressantes recherches, a repris la théorie de la surface ψ et montré qu'elle rendait compte des principales particularités de l'expérience. Il remarque, en outre, qu'il devra se présenter souvent des cas de *solidification rétrograde*, aussi bien à température constante par variation de pression que sous pression constante par variation de température.

F.-A.-H. SCHREINEMAKERS. — Tensions de vapeur de mélanges ternaires.
Archives Néerlandaises, 2^e série, t. VII, p. 99.

F.-A.-H. SCHREINEMAKERS. — Quelques remarques sur les tensions de vapeur des mélanges ternaires. — *Archives Néerlandaises*, 2^e série, t. VIII, p. 395.

Le premier travail de l'auteur est le développement théorique en 165 pages d'un mémoire dont les grandes lignes sont déjà connues

des lecteurs du *Journal de Physique* ⁽¹⁾ ; il n'y est question que des états d'équilibre entre liquide et vapeur, bien qu'on puisse traiter d'une façon tout à fait analogue la question des équilibres entre un liquide ternaire et des mélanges cristallins binaires ou ternaires, que ces mélanges cristallins puissent exister en toutes proportions, ou que la série de ces cristaux binaires ou ternaires présente des lacunes.

Des chapitres séparés fort étendus sont consacrés aux mélanges ternaires homogènes et aux mélanges hétérogènes ; pour chacune de ces catégories de mélanges, l'auteur étudie la forme des courbes d'évaporation et de condensation. Rappelons que la composition du système est représentée par la position d'un point Q à l'intérieur d'un triangle équilatéral ABC, et que, pour chaque phase, la valeur du potentiel thermodynamique à pression et température constantes est donnée par la longueur QS d'une perpendiculaire au plan du triangle menée par le point Q qui correspond à la composition chimique de la phase. Le lieu des points S est une certaine surface ζ , qui se compose de trois parties ou *manteaux* : le manteau liquide, le manteau vapeur et le manteau instable. Si l'on mène un plan tangent commun aux manteaux liquide et vapeur, les deux points de contact déterminent les potentiels thermodynamiques des phases coexistantes, et les projections de ces points de contact sur le plan du triangle équilatéral de référence donnent les compositions des phases coexistantes. En faisant rouler sur les deux manteaux en question un plan bitangent, on déterminera ainsi dans le plan du triangle équilatéral deux courbes : la courbe intérieure, lieu des projections du point de contact du manteau liquide, est la *courbe de vaporisation* ; la courbe extérieure, lieu des projections du point de contact du manteau vapeur, est la *courbe de condensation*.

M. Schreinemakers étudie l'influence sur la position de ces courbes de la pression et de la température ; il considère ensuite la question importante de la distillation des mélanges ternaires, soit sous pression constante, soit à température constante, soit lorsque le liquide reste homogène, soit lorsqu'il se sépare spontanément en deux ou même en trois couches liquides.

Un dernier chapitre traite de l'influence de substances étrangères sur la tension de vapeur et le point d'ébullition de mélanges binaires.

(1) Voir *J. de Phys.*, 4^e série, t. III, p. 158 ; 1904.

Le second mémoire de l'auteur est une réponse au Prof. Ostwald sur un point important où il est en désaccord avec lui, et qui est relatif à la forme, curviligne suivant l'auteur, rectiligne suivant le physicien allemand, d'une certaine ligne de distillation qui sépare les mélanges homogènes qui, en distillant, évoluent vers le composant B ou vers le composant C. Il semble que, dans la discussion, l'avantage reste au professeur de chimie inorganique de l'Université de Leyde.

J.-A.-C. OUDEMANS et J. BOSSCHA. — Galilée et Marius.
Archives Néerlandaises, 2^e série, t. VIII, p. 115.

Dans un mémoire de près de 75 pages, marqué au coin de la plus scrupuleuse probité scientifique, les deux auteurs démontrent sans qu'aucun doute puisse subsister sur leurs conclusions : 1^o que l'invention de la lunette, dont on fait ordinairement honneur à Galilée, est due en réalité à un lunetier de Middelbourg (Hollande), nommé Johan Lipperhey, qui présenta son invention aux États généraux des Provinces-Unies des Pays-Bas dès le 2 octobre 1608 (1) ;

2^o Que la découverte des taches solaires est due à Johann, fils de David Fabricius, et date du 9 mars 1611, alors que, en 1612, Galilée et Scheiner s'attribuent chacun de leur côté l'honneur de cette découverte ;

3^o Que, si Galilée a bien été le premier à faire connaître dans un écrit public (*Nuntius Sidereus*, 1610) les découvertes astronomiques qu'il avait faites à l'aide de la lunette, tout particulièrement en ce qui concerne Jupiter et ses satellites, il n'en est pas moins établi que l'astronome allemand Simon Marius, élève de Tycho-Brahé, a observé Jupiter dès l'été de 1609, et que les observations et les mesures consignées par lui dans son *Mundus Jovialis* paru en 1614

(1) Deux des lunettes commandées par les États à Lipperhey furent destinées à être offertes au roi de France Henri IV ; la lettre de l'ambassadeur Jeannin, datée du 28 décembre 1608, qui en annonçait au roi le prochain envoi, lui fut portée par Crépy, soldat originaire de Sedan, et qui retournait en France après avoir appris l'art de faire les lunettes, de Lipperhey. C'est probablement Crépy qui fabriqua en France les premières lunettes, où elles se répandirent bientôt. Dès la fin du mois d'avril 1609, elles se vendaient publiquement à Paris dans les boutiques des lunetiers. Ce ne fut que le 23 août 1609 que Galilée montra aux sénateurs de la République de Venise l'instrument qu'il avait construit avec des verres achetés dans cette ville, instrument qu'il présenta au doge trois jours plus tard en s'en attribuant l'invention.

sont distinctes de celles de Galilée, le plus souvent meilleures, cet astronome ne méritant à aucun degré le reproche de plagiat que Galilée lui a fait très injustement.

Sans vouloir insister sur d'autres reproches de détail faits à Galilée ⁽¹⁾, on peut dire que celui-ci sort de cette étude fort diminué au point de vue moral comme au point de vue purement scientifique; il apparaît surtout comme un homme très habile, remarquablement tenu au courant de toutes les découvertes qui se faisaient dans les pays étrangers par un système de correspondants supérieurement organisé.

J. BOSSCHA. — Les équations des nouvelles copies du mètre des Archives.
Conclusion. — *Archives Néerlandaises*, 2^e série, t. IX, p. 108.

Comme on le sait, la *Conférence générale des Poids et Mesures* de 1889 a fixé à 6μ la différence entre la longueur du mètre des Archives et celle du mètre transitoire I_2 , et a déclaré le mètre n° 6, qui présentait cette même différence avec I_2 , une copie exacte du prototype du système métrique, et l'a sanctionné comme nouveau mètre international. Le rapport concernant les travaux de la Commission mixte, dont la conférence générale de 1889 a adopté les conclusions, n'a paru qu'en 1894, dans les *Travaux et Mémoires du Comité international des Poids et Mesures*, c'est-à-dire postérieurement à un mémoire de l'auteur sur la question de savoir lequel des deux étalons, celui du Comité international des Poids et Mesures ou celui de la Commission néerlandaise, différant entre eux de près de 3 microns, doit être reconnu comme exact.

Le rapport de 1894 gardant le silence sur les critiques de M. Bosscha et contenant dans les Annexes ou les Notes quelques considérations qui tendraient à les infirmer, l'auteur revient une dernière fois sur la question controversée. Il montre que les comparaisons à

(¹) Les premiers ouvrages de Simon Stevin sont pleins de faits et de démonstrations que l'on a attribués plus tard à Galilée ou que celui-ci s'est attribué lui-même : les déterminations du centre de gravité d'une pyramide ou d'un paraboloïde tronqué, la composition des forces au moyen du triangle des forces, l'application du principe des vitesses virtuelles (que Stevin d'ailleurs présente comme une chose connue), la démonstration du rapport qui existe entre le poids d'un corps et la force qui le pousse sur un plan incliné. Avant 1585, Stevin avait même composé un traité sur la pesanteur de l'air, qui malheureusement est perdu ; là, comme dans tout ce qui précède, il avait devancé Galilée.

température ambiante de la Commission mixte comportent une instabilité de la température triple de celle des comparaisons à la température artificielle de 0° faites par la Commission Néerlandaise. Il proteste contre la suppression de 24 des 59 comparaisons effectuées par la Commission mixte, et essaye de démontrer que l'application du procédé Cornu, imaginé pour amoindrir les erreurs accidentelles de la mise au point, a introduit au contraire des erreurs systématiques et des incertitudes plus grandes encore. Il conclut enfin que les opérations de la Commission mixte ne peuvent fournir une donnée suffisamment sûre pour reporter sur les nouveaux prototypes la longueur du mètre des Archives.

Le moyen le plus sûr pour établir le rapport entre l'ancien prototype du système métrique et le nouveau mètre international lui semble être d'employer comme mètre transitoire, au lieu de I_2 , les mètres n° 19 ou n° 23, qui ont été comparés par la Commission néerlandaise avec le mètre des Archives à 0°, et dont le premier serait à préférer, parce que ses traits sont mieux définis.

J.-E. VERSCHAFFELT. — Sur l'allure des isothermes et de la courbe limite au voisinage du point critique. — *Archives Néerlandaises*, 2° série, t. II, p. 125.

L'auteur montre, dans ce très court mémoire, que les formules empiriques au moyen desquelles il a, dans un travail antérieur, représenté les isothermes, donnent aussi, par l'application de la règle de Maxwell-Clausius et d'une façon suffisamment exacte, les éléments des phases coexistantes. La vérification porte sur l'acide carbonique et les nombres de M. Amagat.

W.-H. JULIUS. — Sur l'explication, par la dispersion anormale de la lumière, de la périodicité des phénomènes solaires et de la périodicité correspondante dans les variations des éléments météorologiques et magnétiques de la Terre. — *Archives Néerlandaises*, 2° série, t. IX, p. 211.

En faisant usage des lois de la dispersion anormale de la lumière, phénomène que les recherches récentes de Lummer et Pringsheim et d'Ebert semblent démontrer être une propriété générale de la matière, l'auteur est parvenu ⁽¹⁾ à trouver une explication pour

(1) Voir W.-H. JULIUS, *J. de Phys.*, 4° série, t. I, pp. 55 et 609; 1902; — et t. III, p. 153 à 155; 1903.

presque tous les phénomènes observés à la surface du Soleil et autour de cet astre.

Il montre, dans ce nouveau mémoire, que le principe de la dispersion anormale permet de rendre compte de la relation qui existe entre les phénomènes solaires (taches, facules) et les perturbations terrestres (magnétiques ou météorologiques).

Dans les manifestations de l'influence solaire sur les éléments météorologiques et magnétiques terrestres, il y a quelque chose que l'on n'a pas pu expliquer jusqu'ici : c'est le fait que, bien que la parallaxe solaire ne soit que de 8,8'', l'influence cosmique n'est pas uniformément la même en tous les points de l'hémisphère éclairé, et qu'elle agit souvent en sens contraire en diverses régions du globe. Cette particularité s'interprète aisément dans la théorie de M. Julius, comme une conséquence des irrégularités du champ de radiation solaire, irrégularités qui sont produites à leur tour par les surfaces de discontinuité qui séparent des régions où la densité varie très rapidement.

Il faut expliquer, d'autre part, comment l'influence solaire peut être la cause d'une période voisine de onze ans dans les phénomènes du magnétisme terrestre en particulier ; on en était réduit, avant M. Julius, à supposer que l'énergie du rayonnement solaire était variable et avait elle-même cette période de onze ans, ce qui était assez difficile à comprendre. Le Soleil étant une masse de matière immense, d'un âge énorme, qui de mémoire d'homme est restée dans un état presque stationnaire, il semble beaucoup plus raisonnable d'admettre, avec M. Julius, la constance de l'émission de l'énergie solaire, la période de onze ans résultant simplement de ce que, tous les onze ans, la Terre se retrouve rigoureusement dans la même position par rapport aux surfaces de discontinuité du Soleil.

Chemin faisant, l'auteur analyse et discute l'hypothèse du rayonnement cathodique du Soleil du professeur Arrhénius, provenant de certains centres situés à la surface, ainsi que les travaux de M. Nordman qui donnent de l'influence variable du Soleil sur les phénomènes météorologiques une explication tout à fait différente.

L.-H. SIERTSEMA. — Magnetische Drehung der Polarisations ebene in verflüssigten Gasen unter atmosphärischen Drucke. Messungen mit Stickoxydul (Rotation magnétique du plan de polarisation dans les gaz liquéfiés sous la pression atmosphérique. Cas du protoxyde d'azote). — *Communications from the Physical Laboratory of Leiden*, n° 90.

Le dispositif expérimental est, à quelques améliorations près, celui que les lecteurs du *Journal de Physique* connaissent déjà ⁽¹⁾, et que l'auteur a employé dans le cas du chlorure de méthyle. Les expériences sont faciles avec ces deux gaz liquéfiés, parce qu'ils ne présentent aucune bande d'absorption dans le spectre visible, c'est-à-dire dans la région où les mesures sont faites. L'auteur a obtenu six séries d'expériences distinctes en faisant varier de 6° à 9° le complément de l'angle presque droit que les deux nicols solidaires font entre eux. Ces six séries donnent des résultats parfaitement concordants entre $\lambda = 458 \mu\mu$ et $\lambda = 632 \mu\mu$. Il est remarquable que le pouvoir rotatoire moléculaire 0,94 trouvé au moyen de ces expériences n'est pas le même que le nombre 0,616 obtenu au moyen du gaz dans un travail antérieur.

D'autre part, si l'on fait l'hypothèse que le rapport $\frac{e}{m}$ de la charge et de la masse des électrons du protoxyde d'azote est le même pour le gaz et le liquide, on arrive à une certaine expression du rapport $\frac{\rho_g}{\rho_l}$ des rotations du gaz et du liquide, sous la pression atmosphérique, à la même température et pour la longueur d'onde $\lambda = 589 \mu\mu$ du sodium. D'autre part, la théorie électromagnétique de Lorentz donne une autre expression de la même quantité; ces deux formules donnent des résultats aussi différents que 0,06445 et 0,0435. Il semble donc qu'on doive tirer de là cette conséquence que $\frac{e}{m}$ ne reste pas le même pour le liquide et pour le gaz, au moins dans le cas du protoxyde d'azote.

(1) Voir *J. de Phys.*, 4^e série, t. II, p. 465; 1903.

L.-H. SIERTSEMA. — Investigation of a source of errors in measurements of magnetic rotations of the plane of polarisation in absorbing solutions (Recherche d'une source d'erreurs dans les mesures de la polarisation rotatoire magnétique des liqueurs absorbantes). — *Communications from the Physical Laboratory of Leiden*, n° 91.

En étudiant la rotation magnétique de la cyanine, de la fuchsine, du tournesol et du bleu d'amidon, Schmaus a trouvé de très grandes rotations, alors qu'en étudiant les mêmes corps Bates trouve que ces grandes rotations n'existent pas. Suivant lui, ces divergences tiennent à une source d'erreurs provenant de ce que l'on emploie pour ces mesures une lumière dont l'intensité varie avec la longueur d'onde.

Dans la méthode de la demi-ombre, comme dans celle où on pointe sur une bande obscure ou brillante, de grandes erreurs peuvent être commises dès qu'on arrive dans une région où la courbe d'intensité de la lumière décroît rapidement, car cela produit de grandes rotations apparentes.

Cette source d'erreurs ayant pu avoir de l'influence sur les recherches antérieures de l'auteur, faites au moyen du ferricyanure de potassium, celui-ci les a reprises avec le plus grand soin et a montré que ses résultats n'étaient en rien entachés par la cause d'erreur signalée par Bates.

J.-E. VERSCHAFFELT. — Appendice à la Communication n° 65.
Communications from the Physical Laboratory of Leiden, supplément n° 5.

En utilisant une remarque faite par Keesom dans la communication n° 75⁽¹⁾, l'auteur rectifie une erreur de calcul⁽²⁾, et il fait voir, en déterminant les rapports $\frac{K_{12}}{K_{22}}$ et $\frac{b_{12}}{b_{22}}$ par des méthodes différentes, que l'on obtient des valeurs différentes, les coefficients des expressions quadratiques qui donnent K_x et b_x étant ainsi très mal déterminés.

(¹) *J. de Phys.*, 4^e série, t. II, p. 471 : 1903.

(²) *J. de Phys.*, 4^e série, t. I, p. 61 : 1902.

J.-E. VERSCHAFFELT. — Contributions to the knowledge of Van der Waals, ψ -surface. — VII. The equation of state and the ψ -surface in the immediate neighbourhood of the critical state for binary mixtures with a small proportion of one of the components. — VIII. The ψ -surface in the neighbourhood of a binary mixture which behaves as a pure substance (Contributions à la connaissance de la surface ψ de Van der Waals. — VII. L'équation d'état et la surface ψ au voisinage immédiat de l'état critique pour des mélanges binaires contenant une faible proportion de l'un des composants. — VIII. La surface ψ dans le voisinage d'un mélange binaire qui se comporte comme un corps pur). — *Communications from the Physical Laboratory of Leiden*, n° 81. et suppléments n° 6 et n° 7.

Les travaux antérieurs de l'auteur ont confirmé l'opinion du professeur Kamerlingh Onnes que les isothermes des mélanges de substances normales peuvent être dérivées, au moyen de la loi des états correspondants, de l'équation réduite empirique qu'il a donnée et développée en série (1). On a donc, pour un mélange binaire formé de $(1 - x)$ molécules d'un corps normal, de constantes critiques p_k , T_k , v_k , et de x molécules d'un autre corps normal qui est l'impureté du premier, x étant voisin de zéro, p_{xk} , T_{xk} , v_{xk} étant les constantes du mélange considéré comme homogène, l'équation d'état réduite donnée par :

$$p = \frac{\mathfrak{A}}{\lambda v} + \frac{\mathfrak{B}}{\lambda^2 v^2} + \dots$$

dans laquelle \mathfrak{A} , \mathfrak{B} , sont des fonctions développées en séries de la température réduite t , avec des coefficients qui, comme λ , sont les mêmes pour tous les corps.

λ et les variables réduites sont données par :

$$\lambda = \frac{p_{xk} v_{xk}}{T_{xk}}, \quad t = \frac{T}{T_{xk}}, \quad p = \frac{p}{p_{xk}}, \quad v = \frac{v}{v_{xk}}.$$

Il doit donc être possible d'exprimer les constantes critiques d'un mélange, savoir : les éléments p_{xpl} , v_{xpl} , T_{xpl} du point de plissement, et ceux p_{xr} , v_{xr} , T_{xr} du point critique de contact, au moyen des coefficients de l'équation d'état réduite et des constantes critiques p_{xk} , v_{xk} , T_{xk} du mélange considéré comme homogène.

Les choses se simplifient beaucoup lorsque x est voisin de zéro. Si, d'autre part, on se confine volontairement au voisinage immédiat

(1) *J. de Phys.*, 4^e série, t. II, p. 467; 1903.

de l'état critique, on peut employer une équation d'état réduite beaucoup plus simple que l'on peut écrire ainsi :

$$p = t + \frac{\partial p}{\partial t} (t - 1) + \dots + \frac{\partial^2 p}{\partial v \partial t} (v - 1) (t - 1) + \dots$$

les coefficients $\frac{\partial p}{\partial t}$, $\frac{\partial^2 p}{\partial v \partial t}$, etc., de cette équation se déduisant immédiatement de ceux de l'équation réduite primitive.

Tout calcul fait, l'auteur trouve pour les éléments du point de plissement des mélanges de gaz carbonique avec une petite proportion d'hydrogène ($x = 0,05$ et $x = 0,1$) les formules suivantes :

$$\begin{aligned} T_{xpl} &= T_k (1 - 0,30x + x^2) \\ P_{xpl} &= P_k (1 + 4,4x + 11x^2) \\ V_{xpl} &= V_k (1 - 0,40x - 8x^2) \end{aligned}$$

L'auteur compare ensuite ses formules à celles de M. Korteweg (Voir p. 31), qui se déduisent aisément des siennes moyennant quelques transformations.

Quand on fait $x = 0$, les formules s'appliquent à l'acide carbonique. M. Verschaffelt en déduit la demi-somme et la demi-différence des densités réduites, et les compare aux formules empiriques réduites qui résument mes expériences avec M. Cailletet; le résultat de la comparaison est satisfaisant.

On sait, d'autre part, que les expériences de Kuenen sur les mélanges d'éthane et de bioxyde d'azote ont fourni le premier exemple d'un mélange qui distille sans altération de composition, et inversement se condense par diminution de volume sans variation de pression, circonstance qui a été étudiée et expliquée par Van der Waals. Lorsqu'il en est ainsi, le point de plissement coïncide avec le point critique de contact; le mélange a donc un point critique absolument identique à celui d'un corps pur, et c'est au voisinage de ce point que la distillation ou la condensation du mélange s'opèrent comme celles d'un corps unique. Quint ayant étudié avec quelque détail les mélanges d'acide chlorhydrique et d'éthane qui jouissent, pour $x = 0,44$, des propriétés d'un corps pur, l'auteur se sert des données de Quint pour déterminer les coefficients de l'équation qui représente les propriétés des mélanges étudiés, et en déduire l'allure de la surface λ au voisinage du mélange binaire correspondant à $x = 0,44$.

W.-H. KEESOM. — Reduction of observation equations containing more than one measured quantity (Réduction des équations d'observation contenant plus d'une quantité mesurée). — *Communications from the Physical Laboratory of Leiden*, supplément n° 4.

Le problème a déjà été traité d'une manière générale par Kummel, et dans le cas particulier de deux quantités observées par Merriman et Andrade. L'auteur donne une théorie qui concorde avec la solution donnée par Andrade dans les cas de deux quantités mesurées, et qui est plus simple que celle de Merriman dans le cas où une relation binaire existe entre ces deux quantités mesurées.

Dr H. KAMERLINGH ONNES et FRANCIS HYNDMAN. — Isotherms of diatomic gases and their binary mixtures. — V. An accurate volumenometer and mixing apparatus (Isothermes des gaz diatomiques et leurs mélanges binaires. — V. Description d'un voluménomètre précis et d'un appareil mélangeur). — *Communications from the Physical Laboratory of Leiden*, n° 84.

Les auteurs décrivent avec détail un voluménomètre permettant de faire des mesures à température constante avec une précision de $\frac{1}{40000}$, et cela jusqu'à 60 atmosphères.

La partie essentielle se compose de cinq réservoirs sphériques de verre, de 250 centimètres cubes chacun environ, séparés par des parties cylindriques larges portant un trait à leur partie médiane, à côté duquel est une graduation en parties d'égale longueur. A ces cinq réservoirs succède un dernier réservoir d'une capacité voisine de 25 centimètres cubes. Afin de maintenir la température constante et uniforme, l'appareil précédent est fixé dans un tube de cuivre, à l'intérieur duquel passe un courant d'eau à température constante. Les mesures sont complétées par la lecture du baromètre et du manomètre à mercure décrit antérieurement.

Dr W.-H. KEESOM. — Isothermals of mixtures of oxygen and carbon dioxide (Isothermes des mélanges d'oxygène et de gaz carbonique). — *Communications from the Physical Laboratory of Leiden*, n° 88.

Il s'agit ici de la thèse de doctorat de l'auteur, c'est-à-dire d'un travail extrêmement soigné quant à la forme et quant au fond. M. Keesom décrit minutieusement les opérations du calibrage du

manomètre et des tubes piézométriques, puis la préparation de ses mélanges au moyen du dispositif de Kamerlingh Onnes et Hyndman et leur compressibilité à faible densité. Quoique les isothermes du gaz carbonique pur aient été étudiées avec tout le soin possible par M. Amagat, M. Keesom a déterminé à nouveau quelques-unes de ces lignes, celles de $25^{\circ},55$, — de $28^{\circ},15$, — de $30^{\circ},98$ (isotherme critique), — de $31^{\circ},89$, — de $34^{\circ},02$, — de $37^{\circ},09$, — de $41^{\circ},93$, — de $48^{\circ},10$ et de $57^{\circ},75$ qui enserrent le point critique.

On voit que la température critique de CO_2 , d'après l'auteur, est sensiblement celle de Th. Andrews, tandis que la pression critique est $72^{\text{atm}},93$, c'est-à-dire rigoureusement celle de M. Amagat. Quant à la densité critique que l'on peut tirer des nombres de l'auteur, elle redonne à peu près exactement le nombre 0,46 de Cailletet et Mathias, qui est presque identique à celui de M. Amagat.

Enfin, M. Keesom a étudié aux températures ordinaires les isothermes de deux mélanges de CO_2 et O contenant les proportions moléculaires d'oxygène $x = 0,1047$ et $x = 8,1994$, et il a comparé par la méthode de Raveau ces isothermes à celles de CO_2 pur observées dans le même tube laboratoire, par conséquent avec les mêmes erreurs systématiques.

A cet effet, pour les différentes températures réalisées, on trace les isothermes qui ont $\log v$ pour abscisse et $\log \frac{pv}{T}$ pour ordonnée; on obtient ainsi trois séries de diagrammes, l'une pour CO_2 , les deux autres pour les mélanges en question. Si la loi des états correspondants s'applique aux mélanges des substances normales, il doit être possible de faire coïncider les isothermes correspondantes des trois diagrammes en déplaçant simplement ceux-ci dans la direction de l'axe des abscisses. La superposition est très satisfaisante pour les volumes plus grands que le volume critique; pour les volumes plus petits que celui-ci, il y a des écarts systématiques par rapport à la loi des états correspondants, et il est remarquable que ces écarts sont plus grands pour les deux mélanges étudiés comparés à CO_2 que pour l'oxygène pur comparé au même gaz. Ce dernier résultat est conforme à ceux que l'étude de la loi des mélanges gazeux a donnés, dès 1891, à M. U. Lala.

L'auteur termine son travail en étudiant l'influence de la pesanteur sur les phénomènes qui se passent au voisinage du point de plissement.

D^r H. KAMERLINGH ONNES. — Methods and apparatus used in the cryogenic laboratory. — III. Baths of very uniform and constant low temperatures in the cryostat. — A cryostat of modified form for apparatus of small dimensions. — IV. A permanent bath of liquid nitrogen at ordinary and at reduced pressure. — V. Arrangement of a Buckhardt-Weiss vacuum-pump for use in the circulation for low temperatures. — VI. The methylchloride circulation (Méthodes et appareils employés au laboratoire cryogène de Leyde. — III. Bains à températures basses très uniformes et très constantes pour le cryostat. — Modification du cryostat pour des appareils de petites dimensions. — IV. Bain permanent d'azote liquide à la pression ordinaire et sous pression réduite. — V. Disposition d'une pompe à vide de Buckhardt-Weiss pour produire la circulation aux basses températures. — VI. Circulation du chlorure de méthyle). — *Communications from the Physical Laboratory of Leiden*, n^{os} 83 et 87.

Les bains à température constante dont il est question sont des bains de gaz liquéfiés isolés de l'atmosphère et bouillant sous la pression ordinaire ou sous pression réduite. Dans de tels bains, la température est suffisamment uniforme pour de nombreuses expériences. Si on emploie des gaz presque purs, et si le gaz évaporé est régulièrement condensé à nouveau au moyen d'un appareil de compression qui ne souille pas le gaz, le bain peut être maintenu aussi longtemps qu'on le veut. Les opérations conduites dans le bain lui-même, aussi bien que par l'addition de nouvelles quantités de gaz liquéfié, peuvent être suivies au moyen de regards en glace.

Au laboratoire de Leyde existe à poste fixe une triple cascade de température provenant de l'emploi d'une triple circulation de chlorure de méthyle, d'éthylène et d'oxygène. On atteint ainsi très aisément — 193° dans le bain d'oxygène liquide. Pour les mesures qui doivent être faites entre — 193° et — 210°, un bain d'azote liquide est de beaucoup préférable, car la pression sous laquelle bout l'oxygène à — 193° est si petite que l'obtention d'une température constante par la régularisation de la pression devient très difficile. M. Kamerlingh Onnes a donc ajouté une circulation d'azote aux trois précédentes ; toutefois la préparation d'azote pur en très grandes quantités a présenté quelques difficultés. Le gaz est préparé par l'azotite de sodium, puis purifié au moyen du sulfate ferreux et de l'acide sulfurique. Il passe ensuite sur du cuivre chauffé, puis sur du sulfate ferreux et de la soude caustique pour absorber les traces d'acide nitrique. Le gaz pur est conservé dans des réservoirs de fer d'un mètre cube de capacité.

Pour la description du cycle chlorure de méthyle, il me suffira de renvoyer à mon article de la *Revue générale des Sciences* ⁽¹⁾.

D^r H. KAMERLINGH ONNES et C.-A. CROMMELIN. — On the measurement of very low temperatures. — VI. Improvements of the protected thermoelements; a battery of standard-thermoelements and its use for thermoelectric determinations of temperature (Sur la mesure de très basses températures. — VI. Améliorations apportées aux éléments thermoélectriques protégés; batterie d'éléments thermoélectriques étalons et son emploi pour la détermination thermo-électrique de la température). — *Communications from the Physical Laboratory of Leiden*, n°89.

Les éléments d'observation employés à Leyde sont des éléments constantan-acier, donnant, entre 0° et 100°, une force électromotrice moyenne de 46 microvolts par degré. Le fil de constantan (fourni par Hartmann et Braun) a 1 millimètre de diamètre et 0^m,52 de résistance par mètre; il est, sauf à la soudure, protégé contre le fil d'acier plus mince par un tube de verre.

Les éléments étalons sont au nombre de trois; deux sont des éléments constantan-acier; le troisième est un élément maillechort-cuivre, dont la force électromotrice est trois fois plus faible que celle des deux précédents; ils sont parfaitement isolés, et chacun possède un vase à glace et une étuve à vapeur d'eau bouillante.

D^r H. KAMERLINGH ONNES et D^r H. HAPPEL. — The representation of the continuity of the liquid and gaseous conditions on the one hand and the various solid aggregations on the other by the entropy-volume-energy surface of Gibbs (Représentation, au moyen de la surface de Gibbs entropie-volume-énergie, de la continuité entre les états liquide et gazeux d'une part, et des diverses agrégations de l'état solide de l'autre). — *Communications from the Physical Laboratory of Leiden*, n° 86.

Ce travail est la continuation d'un travail antérieur dans lequel le professeur Kamerlingh Onnes avait utilisé la surface réduite de Gibbs, entropie-énergie-volume, pour représenter la continuité des états liquide et gazeux. On sait que, le premier, le professeur Tammann a proposé une surface unique pour représenter les trois états d'agrégation d'une même substance; les auteurs reprennent la même question avec des vues différentes. Il ne leur paraît nullement

⁽¹⁾ E. MATHIAS, *le Laboratoire cryogène de Leyde* (*Rev. gén. des Sciences*, t. VII, p. 382; 1896).

démontré qu'il y ait un passage continu entre l'état liquide et l'état solide ; dans le cas d'un état cristallin, les expériences de Tammann prouvent au contraire qu'il y a discontinuité avec l'état liquide. Le problème général, auquel la surface de Tammann donnait une solution, n'étant pas résolu expérimentalement, les auteurs préférèrent chercher la solution en se confinant dans le cas des corps les plus simples.

Ils ont ainsi construit en plâtre plusieurs modèles de surfaces de Gibbs ; la première correspond au cas d'une substance idéale, qui, à l'état liquide, serait en harmonie avec l'équation d'état de Van der Waals, et s'identifierait avec CO_2 , et serait susceptible d'exister à l'état solide sous une seule forme cristalline ; le modèle est ici surtout un schéma théorique. Les auteurs en ont ensuite construit deux autres se rapportant à l'anhydride carbonique proprement dit, et dans lesquels toutes les propriétés thermodynamiques connues de ce corps sont exprimées numériquement, d'une façon aussi exacte que possible ; l'un des modèles représente la surface entière des trois états, à l'exception de ce qui se rapporte à l'état gazeux idéal ou aux températures très basses ; l'autre donne, à une échelle plus grande, la région des petits volumes avec le passage de l'état liquide aux deux modifications solides étudiées par Tammann. Un dernier modèle donne la surface de Gibbs relative aux grandes densités de l'eau et matérialise le passage de l'état liquide aux deux variétés de glace découvertes et étudiées par Tammann.

E. MATHIAS.