Note sur un nouveau dilatomètre différentiel. Son application à l'étude de la dilatation des aluns.

(*Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 3e sér., t. VI, pp. 685-704, 1883.)

J'avais mesuré, il y a déjà quelque temps (*), la dilatation d'un certain nombre d'aluns sous l'influence de la chaleur et j'avais trouvé, pour ces sels isomorphes, à peu près le même coefficient de dilatation.

Les déterminations avaient été faites à l'aide d'un thermomètre à poids et au sein d'huile d'olive. L'expérience avait montré que pour chasser complètement l'air de la surface des fragments d'alun ainsi que de leurs interstices, il fallait exposer le thermomètre à poids, convenablement chargé, dans le vide, après avoir élevé sa température au delà de 70°. En négligeant cette précaution, on n'obtenait pas de résultats concordants.

Peu de temps après la publication de mes recherches, M. E. Wiedemann (**) fit connaître des résultats intéressants qu'il venait d'obtenir en étudiant l'action de la chaleur sur divers sels renfermant de l'eau de cristallisation.

Ce physicien s'était assuré déjà, par un travail antérieur (***), que les variations de volume étranges des alliages sous l'influence de la chaleur étaient dues à des modifications moléculaires profondes qui

---

(*) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 3e série, t. III, 1882.

(**) *Wiedemann's Annalen*, t. XVII, p. 561, 1882.

(***) *Idem*, t. III, p. 327, 1878.

s'accomplissaient pendant les changements de la température. Le même fait a été constaté aussi par D. Mazzotto (*). Comme on peut assimiler, au point de vue de leur constitution physique, les sels cristallisés avec de l'eau aux alliages, il était naturel de se demander si les sels ne présenteraient pas, comme les alliages, des anomalies pendant leur dilatation sous l'influence d'une élévation de la température. E. Wiedemann constata, en effet, que si l'on employait les sels cristallisés avec de l'eau, mais non chauffés au préalable, il se produisait le plus souvent une perte d'eau au début de l'élévation de la température. Ensuite, une partie du sel se dissolvait dans cette eau devenue libre et il se formait alors, le plus souvent, des sels de composition chimique nouvelle. Ceux-ci ont d'ailleurs été obtenus aussi synthétiquement, de manière que leur existence ne peut faire l'objet d'aucun doute.

Il importe de savoir que ces observations ont été faites à l'aide d'un appareil dans lequel le sel à examiner se trouvait complètement emprisonné dans du mercure ou bien plongé dans de l'huile. On concluait aux changements de volume du sel par les variations de volume accusées par le mercure sous l'influence de la chaleur. En un mot, s'il m'est permis ici de me servir d'une comparaison en vue de rendre la chose plus facile à saisir, je dirai que l'appareil de E. Wiedemann était un thermomètre à mercure, de forme spéciale, dans la boule duquel se trouvait un poids connu d'un sel. Dans ces conditions, il est clair que l'eau abandonnée par les sels sous l'action de la chaleur, ne pouvait s'éliminer que difficilement ou même qu'elle était obligée de demeurer presque totalement au contact du sel d'où elle était issue. Les réactions secondaires et les changements moléculaires étaient par conséquent possibles.

Dans les expériences que j'avais faites, de mon côté, en 1882, les sels avaient été chauffés puis refroidis dans leur bain d'huile un nombre suffisant de fois pour permettre l'achèvement de tous ces changements moléculaires. Ce n'est qu'à partir de ce moment, je le répète, que les résultats se montrèrent concordants. Mais il est évident maintenant, à la suite des faits découverts par E. Wiedemann, que je n'ai pas pu mesurer, *au-dessus d'une certaine température*, la dilatation des aluns proprement dits; je mesurais alors la dilatation des produits de décomposition dérivant des premiers. C'est à cette circonstance que l'on doit attribuer les dilatations brusques produites surtout par l'alun de chrome et l'alun de potassium.

(*) Mazzotto, *Atti della R. Accademia delle Scienze*, Turin, 1881.

Voici d'ailleurs ce que E. Wiedemann a observé pour l'alun de potassium. Il a trouvé d'abord, ainsi que moi, que cet alun se dilatait régulièrement jusqu'environ 50° sans manifester de décomposition, puis qu'il se contractait lentement jusque près de 70° pour se dilater de nouveau ensuite. Cette contraction est le témoignage de la dissociation de l'alun sous l'influence de la chaleur. A 90° il fond et son volume grandit énormément. Pendant le refroidissement, il présente le phénomène de la surfusion jusque près de 70°, puis il se solidifie en se contractant de telle manière que son volume reste beaucoup en dessous de son volume primitif. Pendant tout ce temps, l'alun reste partiellement dissocié, puis, à un moment donné, plus ou moins éloigné de l'instant de la solidification, il se produit une dilatation brusque. La matière reprend son volume primitif et très probablement aussi l'alun est reconstitué.

On voit que les aluns subissent déjà partiellement, sous l'influence de la chaleur, la décomposition qui accompagne leur dissolution dans l'eau.

En résumé, dans les expériences de E. Wiedemann comme dans les miennes, les aluns ont montré d'abord une période de dilatation régulière à laquelle a succédé une période de troubles profonds dans les changements de volume. Si l'origine de ces troubles se trouve bien, comme E. Wiedemann le pense, dans des phénomènes de dissociation partielle des aluns, on arrive à une conclusion qui ne tend rien moins qu'à montrer l'impossibilité, dans l'état actuel de nos moyens, de mesurer le volume d'un sel, d'arriver à la connaissance exacte du coefficient de dilatation d'un corps cristallisant avec de l'eau. Les déterminations de la dilatation des sels, exécutées jusqu'aujourd'hui, ne peuvent jouir d'aucune valeur absolue. La concordance des nombres obtenus même par divers physiciens pour un même sel ne peut indiquer qu'une chose, savoir que les opérateurs se sont placés dans des conditions comparables, mais non que ces nombres représentent la dilatation des corps considérés.

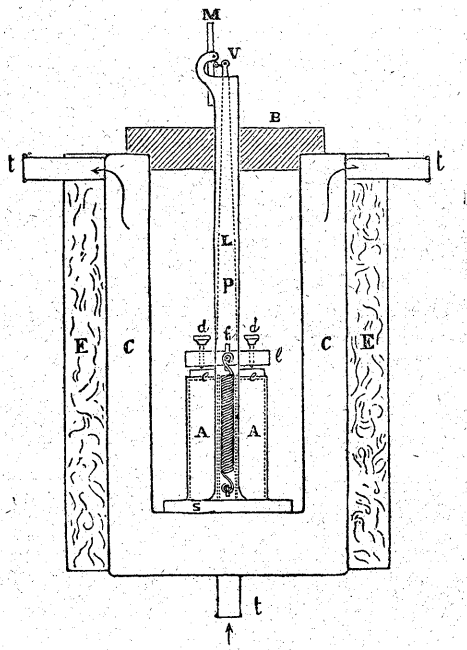
En effet, on sait depuis longtemps que la dissociation d'un corps exposé à l'action de la chaleur ne progresse qu'à la suite de l'élimination continuelle d'un des produits de la décomposition. Ainsi la décomposition d'un alun en sulfates secs et en eau par l'action de la chaleur atteindra, pour une température donnée, une limite marquée par la quantité d'eau mise en liberté. Si celle-ci s'élimine à mesure de sa formation, la dissociation pourra même s'achever à une température relativement basse. Or, dans les expériences de E. Wiedemann, comme dans celles que j'ai faites précédemment, l'eau qui se dégageait des aluns par l'action de la chaleur était maintenue au contact du sel par le mercure ou par l'huile du thermomètre; elle devait par conséquent s'opposer d'une manière d'autant plus marquée à la dissociation, que la température était plus basse. Il se peut donc que si, à la vérité, les aluns montrent à l'origine une période de dilatation régulière, cette circonstance soit moins due à l'absence de toute tension de dissociation qu'aux conditions particulières dans lesquelles les sels se trouvaient et qui avaient suspendu, pour ainsi dire, la décomposition. La dilatation des aluns ne serait régulière que parce que la contraction qui accompagne la dissociation ne l'emporterait pas encore sur la dilatation; mais la grandeur que l'on mesure ne serait cependant qu'une différence entre deux actions opposées : la dilatation réelle, d'une part, et la contraction de la matière due à la décomposition, de l'autre.

La question soulevée me paraît avoir une importance réelle pour l'étude des phénomènes de la dilatation des sels cristallisant avec de l'eau. Je me suis proposé de la résoudre par l'expérience.

A cet effet, il suffit de s'assurer si, au-dessous de 50° environ, la dilatation des aluns continue à être régulière alors qu'on les chauffe dans des conditions où la dissociation ne se trouve entravée par rien. Il est clair, me semble-t-il, que si la régularité se maintient alors, c'est que la dissociation n'entre pas encore en ligne de compte; dans le cas contraire, on y trouvera la preuve de l'existence, au-dessous de 50°, d'une tension réelle de dissociation dans la substance. En d'autres termes, la question revient à déterminer si une élévation de température d'un petit nombre de degrés au-dessus de la température ordinaire amène, dans les aluns, une dissociation réelle qui se marque par des anomalies dans la dilatation.

Description du dilatomètre.

La dilatation des sels ne pouvait pas être mesurée en vase clos dans le cas présent, car il fallait laisser la dissociation éventuelle des corps s'opérer le plus librement possible. Je n'ai donc pas déterminé la dilatation cubique des aluns, mais bien leur *dilatation linéaire*.



A cet effet, j'ai opéré sur des cylindres de sels de 50 millimètres de longueur et de 8 millimètres de diamètre, qui avaient été obtenus en comprimant de la poudre de cristaux des aluns sous une pression d'environ 10,000 atmosphères.

Ces cylindres ont été ensuite comparés les uns aux autres, sous le rapport de leur longueur à diverses températures, à l'aide de l'appareil spécial figuré ci-dessus au tiers de sa grandeur naturelle. Ce croquis montre le dilatomètre comparateur placé dans l'étuve à double enveloppe CC et EE, où une circulation de vapeur d'acétone maintient la température constante.

Les cylindres à comparer sont placés en AA debout, sur un socle S de laiton bien dressé.

On ajuste les deux cylindres de manière à leur donner, autant que possible, la même longueur quand ils se trouvent à la température ordinaire.

La partie supérieure des cylindres A supporte, par l'intermédiaire des vis régulatrices *dd*, dont l'usage sera indiqué plus loin, un prisme en laiton *l* pouvant s'abaisser ou s'élever librement dans le plan des cylindres, ou même exécuter un mouvement de bascule.

(Pour empêcher les pointes des vis *dd* de briser les cylindres d'alun, on garantit ces derniers par des disques métalliques marqués *ee* dans la figure.)

Le prisme en laiton *l* est conduit, dans ses mouvements possibles, par une broche cylindrique lui servant de pivot quand il doit basculer et de guide proprement dit quand il doit s'élever ou s'abaisser parallèlement à lui-même. A cet effet, cette broche traverse le prisme dans son milieu et s'engage, par chacune de ses extrémités libres, dans une rainure *f* pratiquée dans un solide bâti P fixé sur le socle S. Pour maintenir le prisme toujours au contact des cylindres A par l'intermédiaire des vis *d*, on a appliqué, aux extrémités libres de la broche-pivot, un ressort à boudin dont l'autre bout est fixé sur le bâti P.

Il est facile de concevoir, dans ces conditions, que si les deux cylindres A se dilatent également par l'action de la chaleur, le prisme *l* s'élèvera parallèlement à lui-même, tandis que si la dilatation des cylindres A est différente, le prisme sera, en outre, animé d'un mouvement de bascule. Ces deux mouvements doivent être évalués. Comme ils sont extrêmement petits, il est nécessaire de les amplifier fortement.

A cet effet, le prisme *l* porte, en son milieu, une longue tige L, tracée *en pointillé* puisqu'elle se trouve derrière le bâti P. L'extrémité V de cette tige est reliée par une petite bielle à un miroir M qui peut tourner autour d'un axe. Cela étant, il est clair que si le prisme *l* s'élève parallèlement à lui-même, la tige L fera de même et, par suite de la petitesse de ce mouvement (quelques centièmes de millimètre), le miroir M ne bougera pas; mais si le prisme *l* bascule, ne fût-ce que d'une quantité minime, le miroir sera immédiatement entraîné dans le mouvement. Par conséquent, si le miroir reste fixe,

on saura que les cylindres AA se dilatent également; si le miroir tourne, la dilatation des cylindres sera inégale.

Pour apprécier les petits déplacements du miroir, on fait usage de la lunette à échelle de Poggendorff, et comme on peut s'éloigner du miroir d'autant plus que le grossissement de la lunette sera plus fort, la sensibilité de ce dilatomètre est ramenée, en somme, à la valeur de la lunette.

Il serait facile de calculer à quelle différence de hauteur des cylindres, exprimée en millimètres, correspond un millimètre de l'échelle de la lunette, mais il vaut mieux déterminer ce rapport empiriquement. Le calcul présuppose, en effet, pour être utile, la connaissance *exacte* des dimensions de toutes les pièces de l'appareil, ainsi que celle de sa distance du centre optique de la lunette d'observation; ces mesures ne peuvent être prises, dans le cas présent, avec une précision suffisante. Il y a en outre une circonstance particulière qui oblige à faire cette détermination empiriquement. Les assemblages des pièces articulées n'ont pu être exécutés avec une précision assez grande pour que, comparativement à l'exiguïté des différences à mesurer, on pût négliger le faible jeu obligé des pivots. Par exemple, si l'appareil est installé de manière que le miroir se trouve en voie de se tourner vers le haut, son retour vers le bas ne suivra pas immédiatement un changement éventuel du sens de la dilatation des cylindres; il faut, au préalable, que tous les pivots des articulations, dans leur mouvement de retour, aient franchi *les espaces morts* pour entraîner les pièces qu'ils commandent. Il est clair que le calcul ne peut tenir compte de cette circonstance. A la vérité, ce jeu des articulations, bien que très sensible dans ses effets, peut être écarté avec la plus grande facilité par une pratique spéciale dans tous les cas où l'on sait d'avance laquelle des deux substances a le plus grand coefficient de dilatation. Je reviendrai plus loin sur ce point.

On s'est servi d'abord, pour faire cette graduation empirique, d'un cylindre de zinc et d'un cylindre d'étain ajustés exactement à la même hauteur pour la température ordinaire. Le cylindre de zinc était placé dans le compartiment de devant, c'est-à-dire dans le compartiment de gauche de la figure. Le coefficient de dilatation de ce métal étant plus grand que celui de l'étain, il est facile de voir que le miroir devait s'incliner vers le bas. Aussi, pour éliminer toute

UNIVERSITÉ DE LIÈGE

erreur provenant du jeu des assemblages, a-t-on amené toutes les pièces au contact en tournant lentement la vis *d*, de gauche, dans le sens voulu.

Dans ces conditions, la moindre différence dans la longueur des cylindres, produite par l'élévation de la température, était immédiatement sensible au miroir.

Voici les résultats obtenus :

Températures.	Echelle.
18,3	190mm
56,0	268
22,0	260,5

La température s'est maintenue, ce jour, à 22° sans redescendre jusque 18,3; mais il est facile de calculer que, pendant la période d'ascension, à 22° aurait correspondu la division 197,6 de l'échelle. Il résulte de là que pendant la période d'échauffement comprise entre 22° et 56°, le miroir a parcouru, sur l'échelle, 268 — 197,6 ou 70,4 divisions, tandis que pendant la période de refroidissement de 56° à 22° il n'en a parcouru que 268 — 260,5 ou 7,5. La différence 70,4 — 7,5 ou 62,9 exprime par conséquent, en divisions de l'échelle, la grandeur du jeu des articulations.

Pour passer à la graduation de l'appareil, nous allons maintenant faire usage des coefficients de dilatation connus du zinc et de l'étain. On a choisi les nombres qui avaient été obtenus en se plaçant dans les conditions les plus semblables aux nôtres, c'est-à-dire les nombres exprimant la dilatation *linéaire* des métaux *coulés*.

Pour l'étain on a pris $\delta = 0{,}00001937$ (Lavoisier et Laplace) et pour le zinc $\delta = 0{,}00002918$ (Smeaton, Mathiesen). Ces valeurs de δ permettent de calculer la longueur des cylindres de zinc et d'étain à 56,0, sachant que leur longueur à 18,3 est 50 millimètres.

On trouve :

Zinc	50,055004
Étain	50 036512
Différence. . .	0,018492

Cette différence correspond à 78 divisions de l'échelle de la lunette; une division de l'échelle correspondra donc à 0,000224 millimètre dans la position qu'occupe l'appareil.

On voit que la sensibilité de ce dilatomètre est satisfaisante. Rien, n'empêche d'ailleurs de l'augmenter encore.

Pour contrôler les résultats précédents, on a remplacé le cylindre d'étain par un cylindre d'acier, le cylindre de zinc se trouvant, comme tantôt, dans le compartiment de devant.

On tourna d'abord la vis régulatrice de manière à remplir tous les espaces morts des articulations, puis on observa :

Températures.	Echelle.
22,0	320mm
51,7	404
54,0	421
55,2	440
55,5	443
55,5	443
26,5	401
22,5	384
22,0	383

Dans le cas présent, la température a fini par reprendre exactement la valeur qu'elle avait à l'origine; mais, comme cela devait être d'ailleurs, les indications de l'échelle sont restées en retard à cause du jeu des articulations. Si l'on prend la différence des nombres extrêmes de l'échelle : 383 et 320, on obtient 63 pour la mesure du vice des articulations. On a trouvé tantôt le nombre 62,9 pour exprimer la même chose; l'accord est donc aussi satisfaisant qu'on peut le désirer.

Si nous prenons, avec Troughton, 0,0000120 pour coefficient de dilatation de l'acier anglais, nous pourrons déterminer, comme tantôt, la différence de longueur des cylindres d'acier et de zinc pour la température la plus élevée atteinte, ou 55°5, sachant d'ailleurs que ces cylindres avaient été ajustés tous deux à 50 millimètres pour la température de 22°.

On trouve :

Zinc	50,048876
Acier	50.020100
Différence. . .	0,028776

Cette différence correspond ici à 123 divisions de l'échelle, donc une division de l'échelle correspondra à 0,0002539. On avait trouvé tantôt 0,000224; le résultat est donc satisfaisant.

On prendra dans ce qui suivra la valeur 0,000229, moyenne des deux précédentes.

Ce dilatomètre différentiel peut servir aussi à déterminer la dilatation linéaire α d'un corps quand on connaît d'ailleurs la dilatation linéaire β d'un cylindre servant de comparateur.

En effet, on aura pour l'un des cylindres

$$L_t = L_0(1 + \alpha t)$$

et pour l'autre

$$L'_t = L'_0(1 + \beta t).$$

Or, les cylindres étant ajustés de manière que

$$L_0 = L'_0,$$

on a

$$L_t - L'_t = L_0 \alpha t - L_0 \beta t,$$

d'où

$$\alpha = \frac{L_t - L_{t'}}{L_0 t} + \beta.$$

La différence $L_t - L_{t'}$ est donnée par l'expérience; tout est donc connu dans le second membre de cette équation.

Faisons l'application de cette relation à un cas particulier. Proposons-nous de déterminer le coefficient de dilatation du laiton, étant donné le coefficient de dilatation de l'acier : 0,0000120.

On trouve, dans ces conditions, en plaçant le cylindre de laiton *en avant :*

Températures.	Echelle.
20,2	48mm
54,0	96
55,0	97
55,5	98
55,5	98

Le déplacement apparent de l'échelle est de 98 — 48 ou 50 divisions; donc

$$L_t - L'_t = 50 \times 0{,}000229 = 0{,}011450$$

et

$$\frac{L_t - L'_t}{L_0 t} = 0{,}000006484;$$

or

$$\beta = 0{,}000012,$$

donc

$$\alpha = 0{,}000006484 + 0{,}000012 = 0{,}000018484.$$

Le coefficient de dilatation du laiton varie, suivant les différents observateurs, de

$$0{,}00001855 \text{ à } 0{,}00001875;$$

le résultat obtenu à l'aide du dilatomètre est donc très satisfaisant.

J'ai déterminé, enfin, la dilatation du cadmium, en supposant connue celle de l'étain :

Températures.	Echelle
16,0	96mm
52,6	175
53,8	177
54,1	178
54,1	178

On a ici

$$L_t - L'_t = 82 \times 0{,}000229 = 0{,}018778,$$

puis

$$\frac{L_t - L'_t}{L\,t} = 0{,}00000985.$$

Or, β pour l'étain étant, d'après Lavoisier et Laplace, 0,00001937, il vient pour α :

$$\begin{array}{r} 0{,}00000985 \\ +\ 0{,}00001937 \\ \hline \alpha = 0{,}00002922 \end{array}$$

au lieu de 0,00003069 d'après Fizeau.

Je passe maintenant à l'indication des résultats obtenus en comparant la dilatation des aluns.

Dilatation des aluns.

1° *Alun d'ammonium comparé à l'alun de potassium.*

L'alun de potassium étant placé en avant et l'alun d'ammonium en arrière, on observe ce qui suit :

Températures.	Échelle.
16,20	191mm
54,10	186
54,2	183
54,2	171
41,0	167
27,0	144
19,3	131

Il paraît résulter des indications de l'échelle que l'alun de potassium se dilate moins que l'alun d'ammonium, puisque les nombres de l'échelle vont en diminuant à mesure que la température s'élève. Mais on observe, en outre, que la chute des nombres de l'échelle est bien plus rapide encore pendant la période de refroidissement. L'élévation de la température a produit seulement un déplacement de 8 divisions de l'échelle, tandis que pendant le refroidissement ce déplacement a atteint 52 divisions! On doit évidemment conclure de là que l'alun de potassium se contracte relativement à l'alun d'ammonium dès que la température s'élève.

Dans les expériences de E. Wiedemann, la contraction de l'alun

commençait seulement aux environs de 50° et l'on voit maintenant qu'elle est sensible à partir de la température ordinaire si le sel est chauffé isolément, en dehors d'un liquide qui le comprime. La dissociation de ce sel a lieu pour toute élévation de la température et elle ne cesse pas sitôt que la température ne s'élève plus, mais pendant toute la période subséquente de refroidissement elle continue de s'achever. Il est à constater encore que cette dissociation de l'alun de potassium n'était pas directement visible : le sel avait conservé son aspect primitif bien que l'action de la chaleur se fût prolongée quelque temps. Le volume du sel se trouve, par conséquent, influencé par sa décomposition d'une manière extrêmement sensible.

Il peut être utile de connaître, au moins approximativement, la valeur de ces contractions relatives de l'alun de potassium ; elles sont données par le tableau suivant et elles se rapportent à un cylindre de 50 millimètres de hauteur :

Températures.	Diminution de longueur du cylindre.
16,2	0mm
54,2	0,00468
19,3	0,014040

2° *Alun d'ammonium comparé à l'alun de thallium.*

L'alun de thallium était placé en avant, c'est-à-dire que sa dilatation relative à l'alun d'ammonium devait se traduire, si elle était réelle, par un accroissement des nombres de l'échelle.

Voici les résultats de l'expérience :

Températures	Echelle.
18,8	207mm
22,0	208,7
30,0	209
52,0	210
54 0	210
43,5	209
22,0	207

On pourrait croire, à la suite de l'examen de ces nombres, que les deux aluns en question se dilatent presque également. Cependant il

n'en est rien; nous trouvons en effet la division 210 correspondant à deux températures différentes : 52° et 54°. N'est-il pas évident que si la dilatation de l'alun de thallium s'est arrêtée relativement à celle de l'alun d'ammonium, bien que la température ait continué à s'élever, c'est qu'un phénomène nouveau, inverse du précédent, a fait sentir son influence? L'alun de thallium se contracte aussi relativement à l'alun d'ammonium, mais dans une mesure bien moindre que l'alun de potassium. Pendant la période de refroidissement, le sel en question diminue lentement de volume et il ne repasse plus, aux mêmes températures, comme il est facile de s'en assurer, par ses valeurs primitives : ainsi, après refroidissement, il accusait 207 divisions de l'échelle à la température de 22°, tandis qu'à la même température il marquait 208,7 pendant la période d'échauffement.

En un mot, le fait de l'élévation de la température de l'alun pendant quelque temps a amené une diminution permanente de ses dimensions.

Du reste, comme ces résultats sont rapportés par le dilatomètre à l'alun d'ammonium pris ici pour point de comparaison, il est intéressant de connaître le coefficient de dilatation de ces deux sels tel que le donnent les déterminations ordinaires, d'autant plus que la dilatation de l'alun de thallium n'avait encore été déterminée par aucune méthode. J'ai fait cette détermination en plaçant les sels au sein du xylol (*) et j'ai trouvé que le coefficient de dilatation de l'alun de thallium était

0,00002887 de 0° à 50°,

tandis que celui de l'alun d'ammonium est

0,00004571 de 0° à 50°,

c'est-à-dire que l'alun de thallium se dilate beaucoup moins, au sein du xylol, que l'alun d'ammonium.

Les résultats précédents se complètent singulièrement par la connaissance de ces nombres. Non seulement l'alun de thallium se

(*) Je donnerai, dans une note prochaine, les détails de ces déterminations; elles s'écartent trop pour le moment du sujet actuel pour les reproduire ici.

contracte dans le dilatomètre sous l'influence de la chaleur, mais l'alun d'ammonium présente la même particularité à un degré bien plus élevé. Il est facile de s'en assurer. En effet, d'après l'accroissement des nombres de l'échelle suivant l'élévation de la température, on en devrait conclure, étant donnée la position respective des aluns dans le dilatomètre, que l'alun de thallium se dilaterait plus que l'alun d'ammonium; or le contraire a lieu dans le xylol, donc il faut que, dans le dilatomètre, l'alun d'ammonium se contracte plus que l'alun de thallium.

3° *Alun d'ammonium comparé à l'alun de chrome.*

L'alun de chrome était placé, ici, en avant. Le résultat a été étonnant. La contraction de l'alun de chrome par suite de la dissociation produite par une température relativement basse a été telle que l'échelle de la lunette n'a pas suffi à la mesurer. Ainsi on trouve :

Températures.	Echelle.
17,4	163mm
40.0	160
52,2	65
45.0	Hors de l'échelle.

Du reste, le résultat de la dissociation a été directement visible ici. Le cylindre d'alun de chrome, extrait du dilatomètre après refroidissement, présentait à sa surface de nombreux points effleuris qui montraient clairement que le sel avait perdu de l'eau.

En résumé, les aluns se comportent d'une manière différente, sous le rapport du changement de leur volume, selon qu'on les chauffe au sein d'un liquide dans lequel ils sont insolubles, ou bien qu'on les chauffe à l'air libre, en dehors de toute enveloppe liquide. Chauffés dans un liquide, ils paraissent se dilater régulièrement aussi longtemps que la température ne s'élève pas au delà d'environ 50°, mais après, la dissociation qu'ils éprouvent par l'action de la chaleur devient sensible et se traduit par une contraction du sel. Chauffés dans l'air, au contraire, ils se dissocient déjà à la moindre élévation de la température. La contraction qui en résulte est même

suffisante pour renverser l'effet que produirait la dilatation due à la chaleur.

Ceci étant, rien n'établit, jusqu'à présent, que la dilatation régulière des aluns au sein d'un liquide ne soit pas, elle aussi, influencée, mais dans une moindre mesure, par une contraction produite par un commencement de dissolution des sels. S'il en est bien ainsi et s'il est permis, en outre, de généraliser les résultats que je viens d'exposer en les étendant à tous les sels cristallisant avec de l'eau, on reconnaîtra sans peine que dans l'état actuel de nos moyens d'investigation, il ne nous est pas possible de connaître la véritable dilatation d'un cristal renfermant de l'eau. Les nombres recueillis jusqu'aujourd'hui ne doivent être considérés que comme une première approximation. Les spéculations auxquelles l'étude des phénomènes de la dilatation des cristaux pourra donner lieu devront tenir compte de cette circonstance, sous peine de perdre toute valeur réelle.