

# Effet du bombardement moléculaire sur de très petites particules liquides suspendus dans un gaz [suite et fin]

Autor(en): **Targonski, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences physiques et naturelles**

Band (Jahr): **43 (1917)**

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-743038>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# EFFET DU BOMBARDEMENT MOLÉCULAIRE

SUR DE

TRÈS PETITES PARTICULES LIQUIDES SUSPENDUES DANS UN GAZ

PAR

**A. TARGONSKI**

*(Suite et fin)*

---

## § 5. EXPÉRIENCES DANS L'HYDROGÈNE

Les expériences que nous venons de discuter donnent une preuve concluante que la diminution de masse des gouttelettes de mercure est due à l'action du bombardement moléculaire. Les expériences sur des gouttelettes de mercure dans l'hydrogène ont donc été entreprises dans un autre but, notamment pour tenter une vérification de la formule obtenue par M. Schidlof (l. c.) comme conséquence de la théorie du bombardement moléculaire.

Cette formule indique que la diminution de masse des gouttelettes de mercure doit être à conditions égales environ quatre fois plus forte dans l'hydrogène que dans l'air. Une vérification expérimentale paraissait facile, malheureusement, des circonstances indépendantes de notre volonté nous ont forcé d'abandonner les expériences avant d'avoir vaincu toutes les difficultés qui se sont présentées. Nous devons nous borner à indiquer quelques données incomplètes et parfois incertaines.

Les expériences dans l'hydrogène présentaient de multiples

difficultés dont nous ne mentionnerons que deux. Ainsi, il était très difficile d'obtenir de l'hydrogène absolument pur <sup>(1)</sup>. Le gaz, produit dans un appareil de Kipp, purifié par des solutions appropriées et desséché par de l'acide sulfurique, du chlorure de calcium et du pentoxyde de phosphore, passait par un tube de verre dont l'une des extrémités était mastiquée dans la poire qui servait à pulvériser le mercure. On pouvait donc remplir l'appareil d'hydrogène en faisant passer un courant de gaz par le tube et la poire. Après quelques expériences, nous avons reconnu qu'il était absolument impossible d'avoir de cette façon du gaz pur dans le condensateur, l'appareil comprenant presque trente masticages qu'il était très difficile de rendre étanches à la fois, de sorte que toujours une fuite de gaz avait lieu quelque part, le plus souvent dans le masticage de la poire, à cause de ses déformations au moment de la pulvérisation. Pour remédier à cette inconvénient, nous avons supprimé les flacons laveurs, la pureté du gaz important en somme peu dans ces expériences ; par contre, le dispositif de desséchage a été maintenu, afin d'éviter la présence des vapeurs d'eau provenant de l'appareil de Kipp, qui auraient pu se condenser sur les particules <sup>(2)</sup>. Après quelques autres modifications de moindre importance, nous avons pu réduire de moitié le nombre des masticages, ce qui permit d'observer quelques gouttelettes de mercure dans de l'hydrogène pur, à condition toutefois de faire le vide plusieurs fois de suite dans l'appareil avant de le remplir d'hydrogène. En somme, nous avons observé (8<sup>me</sup> série) 17 particules dans des mélanges d'air et d'hydrogène et 6 dans l'hydrogène pur. Les coefficients de viscosité  $\eta$  de ces mélanges étant inconnus, on ne pouvait pas directement calculer les  $\mu$  pour les particules correspondantes. Désignons au moyen de

<sup>1)</sup> Il serait peut-être possible de ramener (en partie du moins) à cette cause d'erreurs (impureté du gaz), le désaccord entre les calculs d'après la formule de Stokes-Cunningham et ceux basés sur le mouvement brownien, que M. Zerner (*Phys. Zs.*, 1916) indique pour les gouttelettes d'huile dans l'hydrogène qu'avait observées M. Eyring (*Phys. Rev.* 1915, 5, p. 412).

<sup>2)</sup> MM. Schidlof et Targonski ont pu remarquer une telle condensation suivie d'une évaporation de l'eau condensée sur des particules métalliques.

l'index  $h$  les quantités calculées dans la supposition que le gaz soit de l'hydrogène pur, par l'index  $v$  les mêmes quantités calculées avec les constantes véritables (inconnues) des mélanges. La formule (7) peut être présentée sous la forme :

$$\mu_v = A \left( \frac{\eta_v}{\kappa_v} \right)^{1/2}$$

de même la formule (3) donne :

$$e_v = \beta \left( \frac{\eta_v}{\kappa_v} \right)^{3/2}$$

A et  $\beta$  étant des constantes. On en tire la relation

$$\frac{\mu_v}{e_v^{1/3}} = \frac{A}{\beta^{1/3}}$$

Evidemment on a aussi :

$$\frac{\mu_h}{e_h^{1/3}} = \frac{A}{\beta^{1/3}}$$

La diminution véritable de la masse peut donc être calculée d'après la formule :

$$\mu_v = \mu_h \left( \frac{e_v}{e_h} \right)^{1/3},$$

la valeur de  $e_v$  ( $e_v = 4,774 \times 10^{-10}$ ) étant connue <sup>(1)</sup>. Pour utiliser ce mode de calcul on doit connaître non seulement les durées de chute  $t_1$ , mais aussi les durées d'ascension  $t_2$ , qui permettent de calculer la charge. Pour cette raison, des 43 particules observées dans des mélanges, on a dû laisser de côté 15, dont les durées d'ascension étaient inconnues.

Après avoir obtenu un gaz relativement pur, nous nous sommes heurté à une autre grave difficulté : plus le gaz était pur, plus la pression de pulvérisation devenait petite, ce qui tient probablement à la diffusion très rapide de l'hydrogène, de sorte

<sup>1)</sup> Notons toutefois que ce mode de calcul néglige l'influence possible de la couche d'adsorption qui peut se former à la surface sur la densité moyenne des gouttes, effet qui du reste ne doit être sensible que pour les plus petites particules.

que la poire ne permettait plus de comprimer assez rapidement le gaz. Nous avons déjà vu (§ 3), l'énorme influence de la pression de pulvérisation sur la perte de masse ; et en effet, dans ces expériences, on trouve que les  $\mu$  décroissent rapidement à mesure que le gaz devient plus pur. Ainsi, pour des groupes de 5 particules on a ;  $\mu \times 10^8 = -9,01$  ;  $-5,15$  ;  $-3,90$  ;  $-2,28$ , le premier groupe se rapportant aux mélanges avec la plus faible proportion d'hydrogène, le dernier, à l'hydrogène à peu près pur. Il est de toute évidence qu'on ne peut pas comparer directement les observations dans l'air avec celles faites dans l'hydrogène pur, par suite de la différence des pressions de pulvérisation. Nous ne pouvons discuter que les observations sur des particules produites dans des conditions à peu près pareilles, à savoir dans l'air pur et dans l'air contenant une faible proportion d'hydrogène. On trouve alors pour le premier groupe d'observations : 1<sup>re</sup> série : air pur,  $\mu \times 10^8 = -1,073$  ; 4<sup>me</sup> série : mélange d'air et d'hydrogène,  $\mu \times 10^8 = -3,086$ , soit une *forte augmentation* de l'effet en présence de l'hydrogène. Pour le second groupe d'observations on a : 6<sup>me</sup> série : air pur,  $\mu \times 10^8 = -12,485$  ; 8<sup>me</sup> série : mélange de gaz,  $\mu \times 10^8 = -9,01$  soit une petite *diminution* de l'effet. Enfin, on peut comparer avec les particules observées dans l'hydrogène pur, celles qui ont été étudiées dans l'air, à condition qu'elles soient produites avec une faible pression ; on a alors : 1<sup>re</sup> série : air pur,  $\mu \times 10^8 = -1,073$  ; 8<sup>me</sup> série : hydrogène pur,  $\mu \times 10^8 = -2,28$ , soit une *augmentation*. Ces données ne permettent pas de tirer une conclusion tout-à-fait certaine.

On peut cependant envisager la question sous un autre point de vue. Il résulte de notre travail précédent (l. c. § 3), que la perte de masse des gouttelettes liquides est accompagnée d'une diminution apparente de leur charge, due probablement à une diminution de leurs densités moyennes (nous reviendrons sur cette question au § 6). Les deux phénomènes sont en corrélation étroite : les gouttelettes dont la masse varie le plus rapidement sont précisément celles dont la charge subit les variations apparentes les plus fortes. En désignant par  $\varepsilon$  la diminution apparente de la charge en une minute on trouve pour les observations présentes : *air* (toutes les séries)  $\varepsilon = -0,104$  % ;

mélange d'air et d'hydrogène (toutes les séries)  $\varepsilon = -1,092\%$ . L'effet devient dix fois plus fort en présence de l'hydrogène, ce qui indique que la *modification subie par les particules doit être plus forte dans l'hydrogène que dans l'air*.

En résumé, on peut dire que l'étude directe du phénomène fournit deux fois une *augmentation* de l'effet, et une fois une *diminution* ; par voie indirecte, on arrive à une *augmentation*. Il est donc plus vraisemblable que *la présence de l'hydrogène favorise la diminution de la masse des gouttelettes de mercure*.

#### § 6. HYPOTHÈSES SUR LE MODE D'ACTION DU BOMBARDEMENT MOLÉCULAIRE A LA SURFACE DES PARTICULES LIQUIDES

Les molécules dont la particule liquide est composée possèdent évidemment des vitesses très différentes, de même que les molécules du gaz ambiant. Il peut donc arriver que, par suite des chocs de ces deux espèces différentes de molécules, quelques-unes des molécules du liquide obtiennent une vitesse suffisante pour pouvoir quitter la particule. Les chocs étant mous dans l'hypothèse de M. Schidlof <sup>(1)</sup> (l. c.), quelques-unes des molécules gazeuses doivent céder leur vitesse aux molécules du liquide et rester à la surface des gouttelettes, leurs vitesses ne leur permettant plus de se soustraire à l'influence de la pression interne du liquide. Les molécules d'air se substituent donc peu à peu aux molécules du liquide et forment enfin à la surface des particules une couche de molécules gazeuses comprimées, que M. Schidlof désigne sous le nom de « couche d'adsorption ». Après un certain temps cette couche doit devenir assez épaisse (*à moins qu'il n'existe de facteurs qui la détruisent constamment*), pour protéger effectivement la gouttelette de toute perte de masse ; le phénomène doit alors arriver à un état stationnaire. Il est évident que la marche du phénomène

<sup>1)</sup> Nous remarquons que les expériences de M. Millikan et d'autres ont démontré que les chocs des particules avec les molécules gazeuses sont de préférence mous.

doit être en grande partie déterminée par les propriétés de la couche d'adsorption, qui, elles, dépendent des forces capillaires du liquide. Nous désignerons dans la suite cette hypothèse sous le nom d'hypothèse de la « substitution ».

Dans notre hypothèse primitive <sup>(1)</sup> la formation de la couche d'adsorption n'était pas prévue : nous supposons que les molécules du liquide étaient expulsées sans être remplacées par des molécules gazeuses ; après un certain temps la particule doit donc être *nécessairement* détruite par le bombardement moléculaire. Dans cette hypothèse que nous désignerons sous le nom d'hypothèse de « destruction », la marche du phénomène dépend des propriétés capillaires du liquide, sa couche superficielle étant la seule défense de la gouttelette contre le bombardement moléculaire.

Voilà maintenant les règles auxquelles obéit la perte de masse telles que nous les avons trouvées (l. c.).

*La perte absolue de masse est proportionnelle à la surface des particules ; elle est proportionnelle* (en première approximation), *au nombre des molécules dont elle subit les chocs par unité de temps et de surface.* Les deux hypothèses s'appliquent également bien, tout effet de bombardement moléculaire devant être proportionnel à la surface de la particule et au nombre des chocs.

*Le phénomène est extrêmement irrégulier ; on trouve par exemple* (table I) *que  $\mu$  varie entre  $4,4 \times 10^{-8}$  et  $30,2 \times 10^{-8}$ .* Dans l'hypothèse de la destruction, cela s'explique par la grande influence que doivent avoir les propriétés des surfaces des particules ; ainsi une petite variation de la pureté du liquide peut considérablement changer les forces capillaires à la surface. Dans l'autre hypothèse, on trouve une explication en ce que les différentes particules produites avec différentes pressions de pulvérisation ont des couches d'adsorption plus ou moins développées (voir § 3). Si par exemple une particule est produite par une faible pression, la couche d'adsorption qui tend à se former instantanément, n'est pas détruite, la perte de masse est donc lente ; si par contre la particule quitte le pul-

<sup>1)</sup> A. Targonski, l. c. § 4.

vérificateur avec une très grande vitesse; la couche d'adsorption sera détruite par le frottement violent de la particule dans le gaz et la perte de masse sera rapide. On devra donc observer des  $\mu$  très différents.

On explique du même coup le fait que *les particules les plus variables sont celles qui ont été produites avec la plus grande pression de pulvérisation*, et que *les particules qu'on oblige à se mouvoir avec une certaine vitesse sont plus variables que les particules immobiles*. L'hypothèse de « destruction » permet bien de prévoir l'augmentation de volatilité tant que dure le mouvement, par suite de l'augmentation du nombre des chocs avec les molécules gazeuses par unité de temps, mais on ne comprend pas *pourquoi la plus grande variabilité de la goutte subsiste lorsque le mouvement a cessé*.

*La marche du phénomène dépend des propriétés capillaires des particules : les gouttelettes de mercure pur varient plus rapidement que celles de mercure impur ; les particules chargées positivement sont plus variables que les négatives*. Quoique ceci ne contredise pas l'hypothèse de « substitution » ; les propriétés de la couche d'adsorption étant en relation avec la force capillaire de la particule, l'autre hypothèse qui attribue le rôle principal aux propriétés de la surface du liquide, s'y applique peut-être mieux.

Les deux hypothèses s'accordent, comme on vient de le voir, plus ou moins bien avec les faits sus-indiqués. Par contre, la diminution apparente de la charge élémentaire qui accompagne la perte de masse est difficilement conciliable avec l'hypothèse de « destruction ». Nous avons déjà indiqué que cette diminution apparente ne peut tenir qu'à la diminution de la densité moyenne de la particule, ou bien à une variation de sa forme. On n'est pas porté à croire qu'une particule liquide puisse changer de forme ; en ce qui concerne la variation de densité on devrait alors supposer que sous l'action du bombardement moléculaire les gouttelettes sont désagrégées en plusieurs particules formant un ensemble d'une densité moyenne moindre que celle du liquide ; cette supposition paraît bien artificielle. De plus, cette hypothèse ne peut aucunement expliquer le fait que les gouttelettes d'huile ont une durée de chute invariable,



mais que leur charge diminue apparemment, à condition que l'observation soit suffisamment longue (l. c. § 4).

Les phénomènes deviennent parfaitement explicables, si l'on adopte l'hypothèse de « substitution ». La couche d'adsorption, formée à la surface des particules, doit avoir une densité faible, mais comparable à celle d'un liquide. Ainsi, M. Schidlof (l. c.) admet que la densité de la couche d'adsorption d'une particule de mercure dans l'air doit être environ quinze fois plus faible que celle du mercure. Au début de l'expérience, l'influence de la couche ne doit pas se faire sentir, mais après un certain temps, elle doit acquérir une épaisseur suffisante pour influencer sensiblement la densité moyenne de la particule. Et en effet les expériences montrent que la diminution apparente de la charge n'a lieu que bien rarement dans des expériences de courte durée, tandis que dans de longues séries d'observations la diminution peut devenir considérable.

On peut supposer que la couche d'adsorption se forme toujours à la surface des gouttelettes, quelle que soit leur nature (mercure, huile); ce phénomène ne serait accompagné d'une variation de la vitesse de chute appréciable qu'à la condition que les propriétés capillaires et la viscosité du liquide ainsi que les différences des masses moléculaires des molécules substituantes et substituées s'y prêtent (mercure)<sup>(1)</sup>.

Il existe un certain nombre de faits qu'on peut très bien expliquer par l'existence d'une couche d'adsorption. Si, par exemple, le gaz ambiant présente une faible densité, la densité de la couche d'adsorption doit également diminuer, la densité moyenne de la particule diminuera donc davantage; et en effet, *les données du § précédent indiquent une beaucoup plus forte variation apparente des charges dans l'hydrogène que dans l'air.*

L'hypothèse de « destruction » peut bien expliquer la diminution de la masse, mais non pas une *augmentation*. Cependant, de pareilles augmentations ont été observées à plusieurs reprises: ainsi M. Millikan dit avoir remarqué que des gouttelettes d'huile légère augmentaient de masse en présence des

<sup>1)</sup> Cette idée a été développée dans une note présentée par M. Schidlof à la Soc. de Phys. de Genève en octobre 1916.

vapeurs d'une huile plus lourde. M. Silvey (l. c.) a de même observé une augmentation de la masse des gouttelettes de mercure dans l'air saturé des vapeurs de xylol. Enfin, nous avons observé nous-mêmes une augmentation de la densité moyenne d'une gouttelette d'huile en présence des vapeurs de mercure. On dirait donc qu'en général la masse ou la densité moyenne d'une particule peut augmenter, si le gaz ambiant contient des vapeurs d'un autre liquide plus dense, ce qui s'explique très bien par la participation de ces vapeurs à la formation de la couche d'adsorption.

La gouttelette d'huile que nous venons de mentionner (n° 506) faisait partie d'une série d'observations sur des particules d'huile dans l'air à la pression ordinaire. La première gouttelette de cette série était tout-à-fait normale, mais les durées de chute de la suivante diminuaient pendant toute la durée de l'observation ; il est à remarquer qu'avant le commencement de cette observation quelques gouttes de mercure avaient pénétré par hasard dans le condensateur et y étaient restées. Au début, cette particule devait être composée d'huile pure, comme on le voyait d'après les durées d'ascension ; la durée de chute étant  $t_1 = 27,77$  (distance de chute  $L = 0,05075$ ) on trouve pour le rayon  $a = 3,62 \times 10^{-5}$ . Après deux heures d'observations, la durée de chute était  $t_1 = 24,74$ , la durée d'ascension  $t_2 = 12,52$  (deux charges élémentaires), d'où l'on calcule la valeur de la charge élémentaire  $e_0 = 5,19 \times 10^{-10}$ . L'erreur probable sur la charge, calculée d'après M. Schrödinger (l. c.), est égale à 2 %, tandis qu'en réalité on trouve un écart de

$$\frac{5,19 - 4,77}{4,77} = 9 \%$$

ce qui prouve que la densité moyenne de la particule était supérieure à celle de l'huile. On calcule facilement que cette densité était égale à  $\sigma = 1,073$  (densité de l'huile  $\sigma = 0,94$ ). D'autre part, la masse des particules d'huile ne variant pas en général, nous avons pu supposer que l'augmentation de la densité, et par suite de la masse de la particule, tenait à la présence dans la particule d'un corps autre que l'huile. On trouva alors en se basant uniquement sur les durées de chute  $t_1 = 27,77$  et

$t_1 = 24,74$  ainsi que sur la supposition que la quantité d'huile était restée invariable, que la densité moyenne devait être égale à  $\sigma = 1,067$ . L'accord des deux densités, calculées indépendamment l'une de l'autre, est excellent, il faut donc admettre que la densité de la gouttelette a effectivement augmenté dans la proportion indiquée. *La masse et la densité des gouttelettes augmentent dans certaines conditions.* Après avoir fini cette observation, nous avons soigneusement nettoyé tout l'appareil, afin d'en éloigner tout le mercure, après quoi la densité des particules d'huile (trois particules avec une durée totale d'observation de 11 heures), n'a plus varié. Il serait donc tout naturel d'établir un rapport entre les anomalies de la particule n° 506 et la présence du mercure dans le condensateur. En admettant que le corps étranger que renfermait la particule soit du mercure, on calcule qu'une quantité de ce mercure égale à  $2,8 \times 10^{-14}$  gr. (la masse totale de la particule était  $2,14 \times 10^{-13}$  gr.) soit 13 % de la masse totale, suffit pour que la densité de la particule soit égale à  $\sigma = 1,07$ . On pourrait présenter différentes objections <sup>(1)</sup> à cette explication. Il reste quand même le fait que dans un gaz contenant des vapeurs saturées quelconques (xylol, huile, mercure), la masse des particules suspendues dans ce gaz peut augmenter, ce qui ne peut se produire qu'à la condition que les vapeurs se condensent sur les particules. Mais si des vapeurs peuvent former une couche à la surface des particules, rien n'empêche les molécules du gaz ambiant d'y participer, de sorte qu'en l'absence des vapeurs, la couche ne contiendrait que des molécules gazeuses. Nous croyons que la *diminution* de la densité moyenne des particules qu'on observe en règle générale, ainsi que l'*augmentation* de leur masse qui n'a lieu que

<sup>1)</sup> Ainsi M. Schidlof nous a objecté qu'étant donné la très faible proportion des molécules de mercure dans le gaz ambiant, la forte concentration de ces mêmes molécules dans la couche d'adsorption paraît inadmissible. M. Schidlof suppose par conséquent que, le mercure étant plus lourd que l'huile, il ne restait pas à la surface de la gouttelette, mais se groupait près de son centre; il y aurait donc comme une distillation du mercure vers l'intérieur de la gouttelette. D'ailleurs, quelle que soit la manière juste de voir, il reste le fait essentiel que des molécules d'un corps étranger sont transportées à la surface des particules.

dans des conditions spéciales, sont des arguments également probants en faveur de l'existence de la couche d'adsorption, et par suite en faveur de l'hypothèse de la « substitution ».

On a vu que cette hypothèse explique en général très bien les phénomènes observés. Nous indiquerons maintenant quelques faits qui ne peuvent être expliqués par l'hypothèse de substitution seule et qui rendent manifeste l'intervention d'autres facteurs, notamment l'affaiblissement des forces capillaires dans le cas des très petites gouttes. L'interprétation de ces faits est d'ailleurs délicate, les données tirées des expériences étant souvent incertaines.

La diminution de la masse des particules de mercure calculée d'après la formule de M. Schidlof doit représenter évidemment la plus grande diminution possible. En adoptant pour  $\lambda$  la chaleur latente de vaporisation du mercure la valeur la plus probable  $\lambda=70$ , on trouve  $\mu=8\times 10^{-8}$ . En réalité nous avons à plusieurs reprises observé des  $\mu$  variant entre  $20\times 10^{-8}$  et  $30\times 10^{-8}$ , c'est-à-dire des chiffres un peu plus élevés que ceux fournis par la formule. Il est cependant à remarquer qu'en posant  $\lambda=62$  on calcule  $\mu=100\times 10^{-8}$ . Il faut donc admettre que la chaleur latente diminue pour les petites gouttes. (Voir à ce sujet le mémoire de M. Schidlof.)

Il paraît à priori facile de confirmer expérimentalement l'une des deux hypothèses sur le mode d'action du bombardement moléculaire. En effet, d'après l'hypothèse de la « substitution », les molécules de mercure ne peuvent plus être expulsées dès que la couche d'adsorption atteint une certaine épaisseur, l'échange n'ayant lieu qu'entre les molécules du gaz ambiant et les molécules gazeuses de la couche ; si l'expérience est suffisamment longue, la diminution de masse de la particule doit cesser. Par contre, d'après la seconde hypothèse, la diminution de masse doit toujours continuer jusqu'à l'anéantissement de la particule, rien ne la protégeant contre le bombardement moléculaire. Nos expériences sont plutôt en faveur du premier point de vue : en examinant les protocoles d'observation publiés par nous, on remarque que la diminution de la masse est toujours ralentie vers la fin de l'expérience ; certaines gouttes, par exemple les deux particules nos 94 et 143, que nous avons

observées, extrêmement variables au début, sont devenues invariables vers la fin de l'expérience. De même M. Silvey (l. c.) qui a effectué des opérations très prolongées — d'une durée de deux ou trois heures — trouve que les particules devenaient après un certain temps presque invariables. Cela s'accorde bien avec l'hypothèse de « substitution ». Il existe cependant un fait qui, à première vue, paraît difficilement conciliable avec le rôle attribué à la couche d'adsorption. D'après l'hypothèse de la « substitution » on s'attendra à ce que les particules dont la diminution apparente de la charge est particulièrement forte (faible densité moyenne et forte couche d'adsorption), accusent en même temps la plus faible perte de masse. Les données de la table XI de notre travail précédent montrent que tout au contraire *une forte perte de masse est accompagnée d'une forte variation apparente de la charge*. Cette contradiction apparente s'explique par la supposition que les propriétés de la couche d'adsorption se modifient à mesure que le rayon de la particule s'approche de l'épaisseur critique des couches capillaires : la pression interne du liquide ainsi que les forces capillaires doivent alors varier d'une telle façon que les molécules gazeuses ne soient plus comprimées à la surface de la gouttelette, mais se dissolvent dans le liquide. Les molécules gazeuses n'étant plus suffisamment comprimées, la couche d'adsorption ne protège plus efficacement la particule et la masse peut diminuer rapidement. D'autre part, la proportion du gaz dissous dans le liquide peut devenir très forte, ce qui entraîne une forte variation de la densité moyenne. (Voir à ce sujet le mémoire de M. Schidlof.)

En résumé, on peut dire que les deux hypothèses expliquent également bien le phénomène de la perte de masse, abstraction faite de la diminution apparente de la charge. L'existence de la couche d'adsorption est rendue très vraisemblable par la diminution de la densité moyenne des particules, ainsi que par les augmentations de masse qu'on observe parfois ; l'hypothèse de la « destruction » n'est pas conciliable avec ces faits. Si l'on tient compte en outre de la variation des propriétés capillaires qui doivent avoir lieu pour de très petites gouttes, on arrive à expliquer l'ensemble des faits observés.

§ 7. *Conclusions.*

1. La perte de masse de très petites gouttelettes de mercure est due à l'action du bombardement moléculaire, comme le prouvent les expériences dans l'air raréfié.

2. La rapidité de la déperdition de la masse est en rapport avec la grandeur de la pression qui pulvérise le mercure.

3. La présence de l'hydrogène dans le gaz paraît accélérer la perte de masse ; elle augmente en tous cas la rapidité avec laquelle diminue la densité des gouttes.

4. L'hypothèse des chocs mous entre les molécules gazeuses et les molécules des particules liquides est confirmée.

5. Une discussion des résultats expérimentaux acquis jusqu'à présent démontre que les molécules de gaz ambiant forment une couche gazeuse comprimée à la surface des particules (couche d'adsorption).

Qu'il nous soit permis de renouveler, à la fin de ce mémoire, l'expression de notre vive reconnaissance à M. le professeur C.-E. Guye pour la large hospitalité que nous avons trouvée dans son laboratoire pendant quatre semestres et pour les moyens de travail dont il nous a accordé l'usage. Nous devons également remercier M. le Dr A. Schidlof, chef des travaux à l'Institut de Physique, pour les inspirations et les nombreux conseils que nous avons reçus de sa part.

Laboratoire de Physique de l'Université de Genève.

Juillet 1916.

---