HAL
open science

# Détermination de la différence de potentiel au contact de deux liquides

G. Gouré de Villemontée

## To cite this version:

G. Gouré de Villemontée. Détermination de la différence de potentiel au contact de deux liquides. J. Phys. Theor. Appl., 1890, 9 (1), pp.326-333. 10.1051/jphystap:018900090032601 . jpa-00239106

**HAL Id: jpa-00239106**

**https://hal.science/jpa-00239106**

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.

## DÉTERMINATION DE LA DIFFÉRENCE DE POTENTIEL AU CONTACT DE DEUX LIQUIDES;

PAR M. G. GOURÉ DE VILLEMONTÉE.

Des recherches sur la détermination de la différence de potentiel au contact d'un métal et d'un liquide, dont j'ai donné une courte analyse dans le *Journal de Physique* (1), m'ont amené à reprendre

(1) 2e série, t. IX, p. 65.

Article published online by EDP Sciences and available at http://dx.doi.org/10.1051/jphystap:018900090032601

la détermination de la différence de potentiel au contact de deux liquides.

Toutes les expériences ont été faites avec un condensateur placé dans l'air et par la méthode d'écoulement où l'on emploie pour égaliseur de potentiel la formation de gouttes liquides à l'intérieur d'une enceinte portée à un potentiel V. D'après l'opinion émise par Maxwell et généralement admise aujourd'hui, une différence de potentiel peut exister : 1° au contact des métaux M et des milieux isolants I dans le condensateur; 2° au contact de la goutte liquide L′ et du milieu isolant I dans lequel l'écoulement est produit. Les deux différences de potentiel seront désignées dans la suite par I | M, I | L.

I. *Principe de la méthode.* — Soient M, M′ deux métaux différents, trois expériences permettent de déterminer séparément :

$$d = \mathrm{I} \mid \mathrm{M} + \mathrm{M} \mid \mathrm{M}' + \mathrm{M}' \mid \mathrm{I}, \tag{1}$$

$$d' = \mathrm{I} \mid \mathrm{M} + \mathrm{M} \mid \mathrm{L} + \mathrm{L} \mid \mathrm{I}, \tag{2}$$

$$d'' = \mathrm{I} \mid \mathrm{M} + \mathrm{M} \mid \mathrm{L} + \mathrm{L} \mid \mathrm{L}' + \mathrm{L}' \mid \mathrm{I}. \tag{3}$$

1° *Mesure de d.* — La différence $d$ a été mesurée par une méthode d'opposition indiquée par M. Pellat [1].

Pour obtenir les métaux M, M′ toujours identiques et éviter tout travail mécanique, j'ai employé dans toutes mes expériences des métaux obtenus par dépôts galvaniques. Les dépôts lavés à la sortie des bains sous un courant d'eau étaient ensuite nettoyés avec de l'alcool et des linges ne contenant ni savon, ni trace de matières étrangères [2]. Les nombres obtenus sont constants, lorsque les déterminations précèdent toute altération chimique ou mécanique.

Une altération spontanée et progressive a lieu à l'air du laboratoire, devient sensible pour le zinc quelques jours après la formation du dépôt galvanique et peut atteindre quelques dixièmes de volt après quelques mois. La différence I entre deux plateaux de laiton recouverts de zinc, le premier le 25 février 1888, le se-

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIV.
[2] *Journal de Physique*, 2e série, t. IX, p. 67.

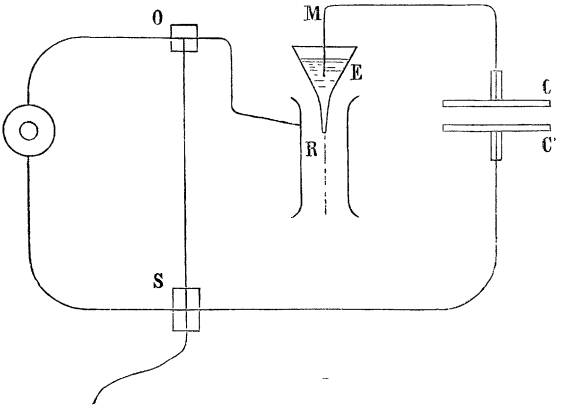
cond, le 6 décembre 1887, a été trouvée, le 28 février 1888,

$$Zn_{\text{février 1888}} \mid Zn_{\text{décembre 1887}} = +\,0^{\text{volt}},258.$$

Tout nettoyage chimique ou mécanique altère les métaux dans des limites souvent même plus étendues. L'emploi de dépôts galvaniques m'a paru le seul procédé convenable pour obtenir des métaux purs et comparables, comme je l'ai indiqué dans ce journal (*loc. cit.*);

2° *Mesure de d'*. — J'ai déterminé $d'$ par la méthode suivante : un liquide L placé dans un entonnoir E, parfaitement isolé, s'écoule en se séparant en gouttelettes par l'extrémité K à l'intérieur d'un tube de métal R relié à l'extrémité O d'un fil OS. On plonge dans le liquide L un fil de métal M relié à l'un des plateaux d'un condensateur formé du même métal. Le second plateau du condensateur est rattaché à l'extrémité S du fil OS. L'extrémité S est maintenue constamment au sol.

Fig. 1.




Si aucune différence de potentiel n'existe entre O et S, la somme des différences de potentiel depuis la surface intérieure du tube jusqu'au second plateau du condensateur est

$$d' = \mathrm{I} \mid \mathrm{L} + \mathrm{L} \mid \mathrm{M} + \mathrm{M} \mid \mathrm{I}; \tag{2}$$

le condensateur est chargé. Si l'on établit alors, à l'aide d'une pile constante, une différence de potentiel $-d'$ entre V et S, la

charge du condensateur devient nulle. Un électromètre de Hankel, chargé par 200 éléments Volta, employé comme électroscope, permet de reconnaître l'existence d'une charge très faible du condensateur et, par suite, de déterminer avec une très grande approximation la différence $-d'$ nécessaire pour compenser l'effet de $d'$. La description complète de l'appareil et la discussion des résultats ont été données dans ce Journal (¹) et dans un Mémoire intitulé : *Recherches sur la différence de potentiel au contact d'un solide et d'un liquide* (thèse pour le Doctorat, juillet 1888).

Les liquides employés sont des dissolutions de sulfates dans l'eau distillée fournie par la même usine, précaution que j'ai discutée et reconnue nécessaire dans les Mémoires antérieurs (*loc. cit.*). Le poids en grammes de sulfate pur dissous dans $1^{lit}$ est indiqué par l'indice inscrit auprès de la lettre D, l'espèce du sulfate est désignée par le symbole du métal. $D_{10}(-M)$ est une dissolution contenant $10^{gr}$ de sulfate pur du métal M par litre d'eau distillée.

Je rappellerai ici que les résultats sont constants en employant des métaux obtenus par dépôts galvaniques et des dissolutions de sulfates purs dans l'eau distillée. La discussion des conditions dans lesquelles se trouve le métal au moment de son immersion dans ces liquides étant fondamentale, j'ai examiné l'influence des altérations et des décapages par la méthode suivante : deux fils de cuivre reliés l'un à la pointe, l'autre à la cuvette d'un électromètre capillaire, ont été plongés simultanément dans une même dissolution de sulfate de cuivre $D_{10}(Cu)$; j'ai déterminé la différence de potentiel aux deux pôles de l'élément ainsi constitué. Des expériences analogues ont été faites avec deux fils de zinc et une dissolution $D_{10}(Zn)$. Les résultats ont été les suivants :

1. La différence de potentiel entre les fils est absolument nulle : 1° lorsque les deux fils ont été préparés par voie galvanique au moment de la détermination; 2° lorsque les fils préparés par voie galvanique plusieurs mois auparavant, altérés à la surface, ont été décapés par des procédés mécaniques ou chimiques au moment de la détermination.

---

(¹) 2e série, t. IX, p. 71.

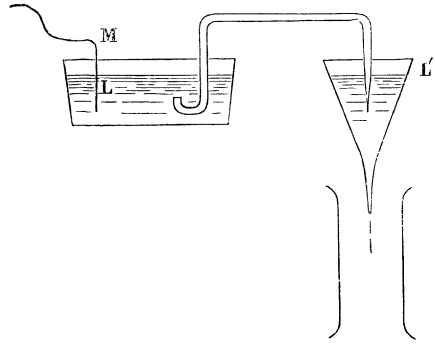
2. Si l'on plonge dans une même dissolution deux fils préparés comme il a été dit et exposés à l'air pendant une durée comprise entre deux mois et neuf mois, la différence de potentiel aux pôles de l'élément ainsi formé est comprise entre $0^{volt},027$ et $0^{volt},003$ et diminue rapidement avec la durée de l'immersion sans devenir nulle.

Les fils, avant chaque détermination, sont lavés avec de l'alcool et des linges ne contenant aucune trace de savon ou de matières étrangères.

3° *Mesure de d''*. — L'entonnoir rempli d'un liquide L' communique par un siphon, dont une branche est capillaire, avec le liquide précédent L, placé dans un cristallisoir parfaitement isolé sur des supports à acide sulfurique renfermés dans des caisses dont l'air est desséché, comme dans les expériences précédentes.

Le métal M est plongé dans le liquide L. L'expérience est faite comme dans le cas précédent.

Fig. 2.




Deux conditions de construction étaient à étudier par l'expérience : 1° le diamètre du tube capillaire reliant les liquides L, L' doit être assez large pour permettre l'établissement de l'équilibre électrique en moins d'une minute ; 2° le diamètre du tube capillaire doit être assez petit pour empêcher tout mélange des dissolutions.

Après avoir déterminé par des essais le diamètre des tubes à construire, j'ai vérifié que, avec les tubes employés :

1° La différence de potentiel mesurée est indépendante du liquide dans lequel est plongée la branche capillaire du siphon.

2° La différence de potentiel au contact du cuivre et d'une dissolution $D_{10}(Cu)$ est la même : 1° dans le cas où la dissolution $D_{10}(Cu)$ n'a servi à aucune expérience antérieure; 2° dans le cas où la dissolution $D_{10}(Cu)$ a été reliée pendant vingt-cinq heures avec une dissolution $D_{10}(Zn)$ par un siphon capillaire rempli avec $D_{10}(Cu)$; 3° les dissolutions recueillies à l'extrémité de l'entonnoir ne présentent à l'analyse chimique aucune trace des dissolutions avec lesquelles elles ont été reliées par un siphon capillaire; 4° j'ai cherché en outre directement l'influence du mélange des dissolutions en déterminant la différence de potentiel $d'$ : 1° dans le cas où la dissolution $D_{10}(M)$ ne contient aucune trace de sel étranger; 2° dans le cas où la dissolution $D_{10}(M)$ contient une quantité déterminée d'un sel autre que ceux de M. J'ai trouvé : 1° que l'addition de $2^{cc}$ de dissolution $D_{10}(Cu)$ par litre de dissolution $D_{10}(Zn)$ produit une variation de $+0^{volt},013$ de la différence

$$I \mid Cu + Cu \mid D_{10}(Cu) + D_{10}(Cu) \mid D_{10}(Zn) + D_{10}(Zn) \mid I;$$

2° que l'addition de $2^{cc}$ de la dissolution $D_{10}(Cu)$ par litre de dissolution $D_{10}(Ni)$ produit une variation de $+0^{volt},05$ de la différence

$$I \mid Cu + Cu \mid D_{10}(Cu) + D_{10}(Cu) \mid D_{10}(Ni) + D_{10}(Ni) \mid I.$$

L'ensemble de ces expériences prouve que le mélange des liquides L, L' n'a pas eu lieu et que, s'il se produisait, il serait traduit par une variation du nombre trouvé dans la mesure de $d''$, variation qui n'a pas eu lieu dans les expériences définitives.

II. *Détermination de la différence* $I \mid L + L \mid L' + L' \mid I$. — Deux expériences successives permettent de déterminer séparément $d$, $d'$ par les équations (2), (3); j'en déduis par soustraction, en *supposant que les quantités* $I \mid L$ puissent être regardées comme *constantes,*

$$d'' - d' = I \mid L + L \mid L' + L' \mid I.$$

Cette différence déterminée, je fais une seconde série d'expé-

riences en intervertissant l'ordre des liquides L, L'; j'obtiens

$$I \mid L' + L' \mid L + L \mid I.$$

J'ai trouvé, en employant des dissolutions de sulfates de cuivre, de zinc, de nickel et les métaux correspondants,

$$\begin{aligned}
I \mid D_{10}(Cu) + D_{10}(Cu) \mid D_{10}(Zn) + D_{10}(Zn) \mid I &= 0,\\
I \mid D_{10}(Zn) + D_{10}(Zn) \mid D_{10}(Cu) + D_{10}(Cu) \mid I &= -0^{volt},004,\\
I \mid D_{1200}(Zn) + D_{1200}(Zn) \mid D_{250}(Cu) + D_{250}(Cu) \mid I &= -0^{volt},009,\\
I \mid D_{10}(Ni) + D_{10}(Ni) \mid D_{10}(Zn) + D_{10}(Zn) \mid I &= -0^{volt},009,\\
I \mid D_{10}(Zn) + D_{10}(Zn) \mid D_{10}(Ni) + D_{10}(Ni) \mid I &= -0^{volt},009,\\
I \mid D_{10}(Cu) + D_{10}(Cu) \mid D_{10}(Ni) + D_{10}(Ni) \mid I &= +0^{volt},009.
\end{aligned}$$

Chacun des termes $d'$, $d''$ est mesuré à $0^{volt},009$ près, les différences sont déterminées à $0^{volt},018$ près. La somme algébrique des différences de potentiel aux contacts indiqués est donc comprise entre 0 et la limite d'approximation, et par suite extrêmement faible, si elle n'est pas nulle : MM. Bichat et Blondlot ont obtenu le même résultat par une méthode d'écoulement (¹).

III. *Détermination de la différence* $I \mid L + L \mid L' + L' \mid L'' + L'' \mid I$. — L'addition d'un vase parfaitement isolé rempli d'un liquide L'' et d'un siphon capillaire m'a permis de déterminer la somme des différences de potentiel aux contacts

$$(4) \qquad d''' = I \mid M + M \mid L + L \mid L' + L' \mid L'' + L'' \mid I.$$

Les expériences ont été faites avec les dissolutions $D_{10}(Cu)$, $D_{10}(Zn)$, $D_{10}(Ni)$ de sulfates de cuivre, de zinc, de nickel. Les niveaux des liquides ont été maintenus sur un même plan horizontal, pour éviter le mélange des dissolutions. J'ai pu obtenir ainsi

$$d''' - d' = I \mid L + L \mid L' + L' \mid L'' + L'' \mid I;$$

les résultats sont

$$\begin{aligned}
I \mid D_{10}(Cu) + D_{10}(Cu) \mid D_{10}(Ni) + D_{10}(Ni) \mid D_{10}(Zn) + D_{10}(Zn) \mid I &= 0,\\
I \mid D_{10}(Cu) + D_{10}(Cu) \mid D_{10}(Zn) + D_{10}(Zn) \mid D_{10}(Ni) + D_{10}(Ni) \mid I &= -0^{volt},009;
\end{aligned}$$

(¹) *Journal de Physique*, 2e série, t. II, p. 549.

d'ailleurs on a

$$\mathrm{I} \mid \mathrm{D}_{10}(\mathrm{Cu}) + \mathrm{D}_{10}(\mathrm{Cu}) \mid \mathrm{D}_{10}(\mathrm{Ni}) + \mathrm{D}_{10}(\mathrm{Ni}) \mid \mathrm{I} = -0^{\mathrm{volt}},009,$$
$$\mathrm{I} \mid \mathrm{D}_{10}(\mathrm{Cu}) + \mathrm{D}_{10}(\mathrm{Cu}) \mid \mathrm{D}_{10}(\mathrm{Zn}) + \mathrm{D}_{10}(\mathrm{Zn}) \mid \mathrm{I} = 0;$$

par suite, par différence,

$$\mathrm{D}_{10}(\mathrm{Cu}) \mid \mathrm{D}_{10}(\mathrm{Ni}) + \mathrm{D}_{10}(\mathrm{Ni}) \mid \mathrm{D}_{10}(\mathrm{Zn}) = \mathrm{D}_{10}(\mathrm{Cu}) \mid \mathrm{D}_{10}(\mathrm{Zn}),$$
$$\mathrm{D}_{10}(\mathrm{Cu}) \mid \mathrm{D}_{10}(\mathrm{Zn}) + \mathrm{D}_{10}(\mathrm{Zn}) \mid \mathrm{D}_{10}(\mathrm{Zn}) = \mathrm{D}_{10}(\mathrm{Cu}) \mid \mathrm{D}_{10}(\mathrm{Ni}).$$

La différence de potentiel au contact des dissolutions extrêmes est la même que si les dissolutions intermédiaires n'existaient pas.

C'est l'extension de la loi de Volta aux dissolutions de sulfates, établie par des méthodes d'écoulement, fait déjà vérifié à l'aide d'autres procédés par M. Wild ([1]), par M. Raoult ([2]), et pour les acides par M. Branly ([3]).