

C) *Stade très ancien ou Stade du Plateau de Brandes* : c'est le plus ancien et le plus étendu de ceux qu'on peut envisager dans l'étude du Massif des Grandes-Rousses considéré comme unité alpine. En plus des deux plateaux précédents, la glace recouvrait alors, sur le versant occidental, le plateau ou gradin inférieur, et ce, avant le creusement du cagnon de la Sarennes, puisque ce cagnon recoupe les moraines et les alluvions fluvioglaciales ; la glace s'avancait même au Sud jusqu'à la Romanche, vers Auris-en-Oisans. Du côté oriental, c'est-à-dire sur le versant de la vallée du Ferrand, tous les glaciers n'en formaient qu'un seul dont le front descendait jusqu'à 1300 mètres d'altitude seulement ; c'était alors le niveau du fond de la vallée qui s'est beaucoup approfondie depuis le retrait, ainsi que la vallée de la Sarennes, sur le versant opposé, comme nous l'avons dit plus haut. La Romanche elle-même, à cette époque (dont l'âge est difficile à indiquer : quelques siècles avant J.-C. ?) coulait à une altitude d'environ 1000 mètres, donc bien supérieure à son niveau actuel.

F. CONCLUSIONS

Tel est le résumé, bien imparfait, du remarquable travail de MM. Flusin, Jacob et Offner sur le Massif des Grandes-Rousses (1). Aux divers points de vue topographique, géologique et botanique, nos connaissances sur ce massif peuvent maintenant être considérées comme à peu près complètes. Au point de vue glaciologique, sans remonter aux débuts du quaternaire, c'est-à-dire à l'époque dite préhistorique où les glaciations ont atteint des maxima invraisemblables puisque, à un moment donné, la nappe glaciaire couvrait des milliers de kilomètres carrés, sur une épaisseur moyenne de 500 mètres et s'avancait jusqu'à Lyon même, il faut s'en tenir à l'époque historique, où chaque compartiment alpin est devenu indépendant de ses voisins ; or, les belles recherches de MM. Flusin, Jacob et Offner nous permettent de reconstituer assez nettement les trois phases successives de retrait des glaciers des Grandes-Rousses. Depuis vingt ans, ces glaciers, déjà bien réduits après ce triple recul, tendent encore à diminuer ; c'est à peine si deux ou trois peuvent rester à peu près stationnaires. Il importerait donc d'être fixé au plus tôt sur la réserve de houille blanche que l'on peut encore utiliser dans ce massif et qu'il faudrait utiliser au plus tôt. Aussi doit-on regretter beaucoup que M. Flusin n'ait pas encore pu, depuis sa mission de 1906 en Tyrol antrichien, appliquer aux glaciers des Rousses la méthode des forages glaciaires à grande profondeur que nous avons résumée dans la première partie de cet article. C'est seulement lorsque les glaciers auront été sondés que nous pourrions considérer la monographie du massif comme absolument complète et définitive. Encore que, chaque année, il faudra continuer à repérer soigneusement les progrès positifs ou négatifs de ces glaciers. Et pareilles études monographiques, suivies d'observations annuelles des variations glaciaires, devront être faites pour chacun de nos massifs alpins de la Savoie et du Dauphiné. Mais l'élan est maintenant donné, la plupart de ces massifs sont, chaque année, l'objet d'études méthodiques et, d'ici peu d'années, une synthèse deviendra possible, dont profiteront infiniment la Science et l'Industrie.

(1) Les recherches de MM. G. FLUSIN et Ch. JACOB ont été reproduites sous le titre : *Travaux topographiques et glaciologiques dans le Massif des Grandes-Rousses*, dans « La Géographie », T. XXI, 15 janvier 1910, avec la carte au 1/10 000^e.

Espérons que le *Service d'Etudes des Grandes Forces Hydrauliques* continuera à encourager des recherches si utiles et publiera souvent des volumes aussi intéressants que celui dont nous venons de rendre compte.

C. ROUX,
Docteur ès-Sciences, Géologue-Expert.

APPLICATIONS DIVERSES

APPLICATIONS ÉLECTRIQUES DE LA MÉTALLISATION Système Schopp (1)

Par le procédé Schoop, on peut déposer une couche d'un métal quelconque, à la surface d'un objet, même non métallique, et il est possible même de métalliser des substances inflammables. On peut donner à la couche de métal une épaisseur de un centième de millimètre à plusieurs millimètres, et recouvrir seulement une partie de l'objet, de manière à y former des dessins ; à volonté, on peut la faire adhérer solidement ou bien la rendre facile à détacher, de manière à obtenir un moulage.

Le principe de la méthode consiste à projeter, à la surface de l'objet à métalliser, du métal en fusion, finement pulvérisé, formant une sorte de brouillard, de manière que les particules, se soudant les unes aux autres, forment à la surface de l'objet une couche homogène ; on pourrait désigner la méthode sous les noms de *métallisation par asper-sion*, *par pulvérisation*, *par bombardement*.

Le procédé rappelle donc celui bien connu de l'application d'une couche de peinture au moyen d'un vaporisateur, et sa simplicité est telle, qu'il est difficile de s'expliquer comment il se fait qu'on ne l'ait pas employé beaucoup plus tôt.

Il est dû à M. Schoop, l'ingénieur suisse bien connu pour ses travaux sur les accumulateurs et l'électrochimie. M. Schoop, un jour que ses enfants s'amusaient à tirer contre un mur avec une carabine Flobert, remarqua que les balles qui venaient frapper des pierres s'y écrasaient et produisaient une couche de plomb très adhérente ; de là lui vint la première idée du procédé. L'expérience, répétée avec de la grenaille, lui montra que les grains de plomb en s'écrasant forment une couche bien homogène, pourvu que leur surface soit au préalable bien décapée, débarrassée de toute trace de graphite de polissage.

Dans le premier appareil de métallisation, construit par M. Schoop, un filet de métal fondu est entraîné et pulvérisé par un jet de vapeur sous pression : un appareil de ce genre est employé avec avantage dans le cas d'une installation à poste fixe.

Dans les appareils portatifs, comme on pourrait difficilement avoir du métal en fusion, on emploie de la poudre métallique qui est entraînée par un jet de vapeur ou de gaz sous pression. Le gaz peut être préalablement porté à haute température ou le jet traverser une zone spécialement chauffée, au moyen d'une flamme quelconque, d'une résistance ou d'un arc électrique.

On peut donner à un appareil portatif la forme indiquée par la figure 1, dans lequel la lance C, d'où sort le jet réchauffé par une flamme de gaz, est placée à l'extrémité d'un tuyau flexible.

(1) Communication de M. Loppé à la *Société Internationale des Électriciens* (Séance du 10 janvier 1912).

Le gaz arrive par le tuyau 2 dans une tubulure concentrique au tuyau d'échappement 7 du jet entraînant la poudre de métal. L'air, ordinairement sous une pression de 5 kilogrammes par centimètre carré, arrive par le tuyau 1 dans une boîte de distribution munie de deux robinets pointeaux 3 et 4. En manœuvrant le robinet vanne 3, on peut faire arriver directement l'air comprimé à la conduite 7 ; en manœuvrant le robinet 4, l'air vient à la partie inférieure de l'appareil, dans le cyclone où se trouve la poudre de métal, et en entraîne dans le tuyau 6, et de là dans le tuyau 7, et dans la conduite flexible aboutissant à la lance.

On introduit la poudre métallique par une ouverture aménagée à la partie supérieure, fermée par un bouchon à vis. Pour vider l'appareil, on le fait basculer et les dernières traces de métal sont enlevées en envoyant de l'air comprimé.

La mise en marche se fait de la manière suivante : on ouvre d'abord l'arrivée du gaz 2 et l'on enflamme celui-ci ; on ouvre ensuite l'arrivée de l'air comprimé et l'on manœuvre le robinet pointeau 4 pour avoir un jet entraînant de la poudre de métal et l'on règle définitivement en agissant à la fois sur les deux robinets 3 et 4.

Les parcelles métalliques sont entraînées par le jet gazeux avec une vitesse qui dépend de plusieurs conditions : vitesse du gaz, densité de celui-ci, finesse de pulvérisation et densité du métal ; il est impossible de mesurer directement ou de calculer cette vitesse.

On peut calculer la vitesse du jet gazeux, quand on connaît la pression, en employant la formule de Torricelli : la vitesse croît avec la pression et est en raison inverse de la densité du gaz ; de sorte que, pour une pression donnée, c'est avec de l'hydrogène qu'on obtient la vitesse la plus grande. Avec de la vapeur à la pression de 25 kilogrammes par centimètre carré, on peut obtenir une vitesse de 25 kilomètres par seconde ; avec de l'azote comprimé à 10 kilogrammes par centimètre carré, 900 mètres par seconde, c'est à peu près la vitesse initiale de la balle d'un fusil de guerre.

Dans chaque cas, suivant la nature du gaz, celle du métal, la finesse de pulvérisation de celui-ci, la plus ou moins grande dureté de la couche à obtenir, on doit avoir une pression donnée ; c'est l'expérience seule qui peut permettre de la déterminer.

Au moment du choc des parcelles de métal, contre la surface à recouvrir, il y a transformation de la force vive en chaleur, et cette chaleur contribue à les rendre fluides, de sorte qu'elles se soudent bien les unes aux autres ; la condition principale pour avoir une couche bien homogène est que les particules ne soient pas recouvertes d'une pellicule d'oxyde. C'est pour cela qu'avec certains métaux, très oxydables, on doit employer un gaz inerte ou même réducteur et le chauffage électrique.

Il se produit un phénomène remarquable grâce auquel, dans certains cas, on peut métalliser des objets inflamma-

bles. Au moment où le gaz se détend, il y a refroidissement considérable, le métal se solidifie rapidement et la température de la surface reste basse ; avec certains métaux cette température est inférieure à 60°. On peut métalliser du celluloïd, des fleurs, des fruits et même recevoir le jet sur la main.

L'épaisseur de la couche de métal dépend naturellement de la quantité de métal entraîné et de la vitesse relative de déplacement du jet et de la surface à recouvrir ; elle peut varier de un centième de millimètre à plusieurs millimètres.

Les parcelles déposées les premières sont pour ainsi dire martelées par les suivantes, et l'on obtient une couche plus ou moins dure et dense, suivant la force de projection qui varie avec la pression du gaz ; on est donc maître de la dureté de la couche. Par exemple, avec du plomb entraîné par de la vapeur, on a obtenu une couche d'une densité de 9,5, tandis que, quand on l'entraîne dans les mêmes conditions et à la même pression avec de l'hydrogène, la densité est de plus de 11 ; ceci provient de ce que, quand on emploie de l'hydrogène, la vitesse est beaucoup plus considérable.

Avec une pression de 5 kilogrammes par centimètre carré, on obtient déjà un dépôt de zinc d'une densité de 7,42, dont la dureté est de 48 pour 100 plus élevée que celle du zinc fondu, dont la densité est de 7,29.

On a procédé, du reste, dans des laboratoires à des essais de dureté et à des études micrographiques. En plaçant devant l'objet à métalliser, un écran ou cadre, en carton ou en métal, dans lequel on a aménagé des ouvertures convenables, écran qu'on retire ensuite, la couche peut former n'importe quel dessin sur l'objet. Les objets exposés montrent l'extrême finesse de dessin obtenue sur verre, sur porcelaine, sur des étoffes, etc.

Le dépôt obtenu peut : 1° être adhérent ; 2° être séparé de l'objet recouvert dont il constitue un moulage.

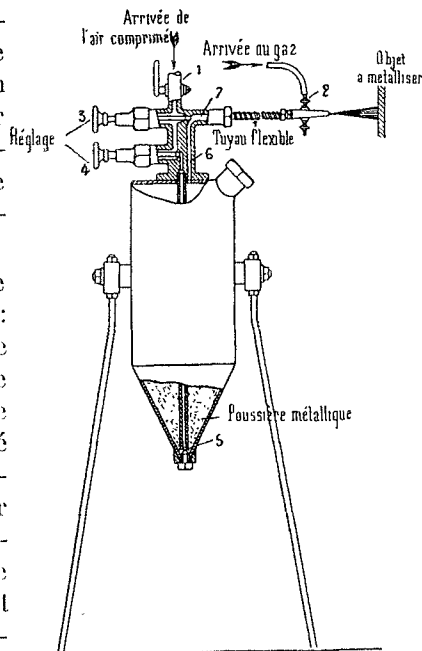
L'adhérence du dépôt sur une surface dépend du traitement préalable qu'on a fait subir à celle-ci ; il faut dans tous les cas qu'elle soit bien débarrassée de toute trace de graisse. On peut la découper d'une manière quelconque, la passer au jet de sable, la chauffer, etc.

Par exemple, quand on projette du plomb sur du celluloïd, si la surface de celui-ci est lisse, on peut facilement détacher la plaquette de plomb ; tandis que si on l'a passée au jet de sable, le dépôt obtenu est si adhérent qu'on a une cassure bien nette.

Avec une surface métallique bien nettoyée et décapée, il se forme certainement dans certains cas un alliage à la surface, de sorte qu'il y a adhérence interne. Quand on veut obtenir une couche pouvant s'enlever facilement, pour avoir un négatif par exemple, l'opération est facilitée, en graissant la surface de l'objet, en l'enduisant de plombagine, de talc, etc.

Les applications du procédé Schoop sont innombrables ; elles intéressent toutes les branches de l'industrie, et les énumérer seulement prendrait un temps trop considérable. Au point de vue électrique, j'espérais, en fixant ma Conférence au mois de janvier, pouvoir vous apporter des résultats d'expériences et des dispositifs définitifs, mais je ne puis. Malheureusement, des nécessités commerciales nous ont forcés à entreprendre des essais dans d'autres directions, de sorte que je serai obligé de revenir plus tard sur ce sujet.

On peut principalement employer le procédé : 1° pour l'empatage des plaques d'accumulateurs ; 2° pour la construction des résistances ; 3° pour l'établissement de con-



facts ; remplaçant la soudure ; 4° pour la métallisation de la partie extérieure des vêtements des monteurs.

On peut employer comme supports ou âmes des plaques d'accumulateurs, des substances légères, fibre, amiante, étoffe, etc., en disposant un cadre, et au besoin des barres de répartition du courant en plomb. La meilleure substance à employer ne pourra naturellement être choisie qu'à la suite d'essais très longs : en tout cas, on pourra toujours prendre comme support une feuille très mince de plomb. Tout ce qu'on peut affirmer actuellement, c'est qu'une couche de plomb déposée par le procédé Schoop se forme très bien et que, même quand son épaisseur est très faible, le courant se répartit bien, les barres conductrices étant à plusieurs centimètres les unes des autres. Il sera possible de rapporter du plomb spongieux sur des plaques ayant perdu de leur capacité par suite de chute de matière active.

On pourra essayer de fabriquer à bon marché des plaques d'accumulateurs à électrolyte de composition constante (type Edison), en projetant de la poudre de fer sur une plaque de fer, et de la poudre de nickel sur une plaque de ce métal.

Pour fabriquer une résistance, on peut déposer par le procédé Schoop un fillet métallique sur une plaque en ardoise, en marbre, en mica, etc., en le déposant en zigzag, de manière à l'avoir aussi long que possible. Les parties de la plaque ne devant être ni passées au jet de sable, ni recouvertes de métal, sont protégées par une cache de forme convenable. On pourra, dans un appareil de chauffage, recouvrir une plaque de métal d'un vernis isolant, résistant à la chaleur et y déposer le fillet métallique formant résistance. Par exemple, sur une marmite on pourra disposer une résistance en forme d'hélice. Avec ce système, on aura certainement un rendement calorifique des plus élevés.

Nous n'avons pas encore eu le temps de construire des résistances, mais un certificat du laboratoire de la Société des Electriciens suisses prouve qu'un fillet métallique obtenu par le procédé Schoop constitue un bon conducteur.

Pour l'obtention de contacts parfaits dans le cas où la soudure peut difficilement être employée, comme, par exemple, pour l'éclissage électrique des rails, on peut disposer une couche de cuivre d'une épaisseur suffisante faisant corps, d'une part avec le rail, et d'autre part avec l'éclisse préalablement passés au jet de sable, comme sur les échantillons exposés qui ont été obtenus à la hâte. On peut très facilement cuivrer la surface des charbons, afin d'améliorer les contacts, comme le montrent les échantillons exposés.

On pourra, en métallisant la surface extérieure des vêtements des monteurs, mettre ceux-ci à l'abri de la haute tension, car, dans le cas de contact avec les conducteurs, le courant passera par la surface métallisée.

RÉSISTIVITÉ ÉLECTRIQUE DE L'EAU

Application à la détermination de sa pureté et de sa teneur en matières salines.

Suivant son origine, son état de pureté et la nature des matières qu'elle peut contenir, l'eau présente des variations de résistivité considérables. De nombreux auteurs ont effectué des déterminations à ce sujet, et des résultats de leurs recherches on peut conclure que l'eau distillée possède une résistance de 100 à 150 fois plus élevée que celle de l'eau ordinaire.

Les changements de résistance de l'eau par l'addition de

sels minéraux sont nettement appréciables pour un grand nombre de sels. Si, par exemple, on ajoute à de l'eau distillée de résistance connue des quantités très faibles et déterminées de chlorure de potassium, on obtient un accroissement très sensible de la conductibilité de cette eau.

En dissolvant successivement dans ce liquide 1 millionième, 1 cent-millième, 1 millième de chlorure de potassium, on obtient les résultats consignés dans le tableau suivant :

QUANTITÉS DE KCl	RÉSISTIVITÉ	CONDUCTIBILITÉ	ACCROISSEMENT
0	0,4982	1	"
$\frac{1}{10^6}$	0,3285	1,52	0,52
$\frac{1}{10^5}$	0,0892	5,62	4,62
$\frac{1}{10^4}$	0,0013	382	381

Ainsi, la conductibilité augmente de la moitié environ de sa valeur initiale quand on ajoute 1 millionième de chlorure de potassium. De nombreuses expériences ont également montré qu'il suffit d'ajouter à de l'eau pure distillée, supposée isolante, une quantité égale à 0,000 002 de chlorure de potassium ou 0,000 000 33 d'acide chlorhydrique pour lui donner la conductibilité de l'échantillon précédent.

D'après cela, il paraît possible de connaître la pureté d'une eau en matières minérales en mesurant sa résistance électrique et en la comparant à celle de l'eau pure.

L'appareil de Kohlrausch, qui a pour but de renseigner sur la constante de la composition des eaux destinées aux usages domestiques, se compose d'un téléphone placé sur un fil reliant l'eau à une résistance réglable à volonté. On s'arrange de façon à rendre cette dernière égale à celle de l'eau pour que le son transmis à l'appareil téléphonique ait une intensité minima. Si, subitement, la composition de l'eau se trouve modifiée pour une cause quelconque, immédiatement sa résistance électrique varie, elle aussi, et cette variation se traduit dans le téléphone par un son différent du son normal. On est donc averti à chaque instant de la constante de la composition de l'eau étudiée et il devient dès lors possible de se mettre en garde contre les impuretés pouvant la souiller.

L'application de la mesure de la conductibilité de l'eau à celle des fleuves et des rivières a permis de constater que, pendant la saison des pluies, cette eau est moins riche en sels minéraux dissous que pendant la saison sèche. D'après M. Chanoz, on constate en effet un minimum de conductibilité en août et septembre, puis une marche ascendante à partir d'octobre ; le maximum a lieu en mars.

Ces faits peuvent recevoir une explication facile. En effet, la fonte abondante des glaciers pendant la seconde moitié de l'été donne des eaux peu chargées en sels, tandis qu'au contraire, au moment des crues, la teneur doit augmenter. Les conductibilités limites observées correspondent à 1 gr.53 et 1 gr.85 de chlorure de sodium par litre d'eau pure. L'eau de puits semble avoir une composition assez constante.

Quant à la présence, dans l'eau, de matières organiques en faible quantité, elle ne paraît pas modifier sensiblement sa conductibilité.

* * *

L'eau chimiquement pure étant à peine conductrice et l'eau ordinaire ne devant sa conductibilité qu'aux sels alca-

lins ou alcalino-terreux dissous, il découle des considérations précédentes que l'on peut déduire de la conductibilité de l'eau, la proportion de ces sels.

Kohrausch et Holborn ont montré qu'il est facile de déterminer le poids en milligrammes de sel par litre en multipliant la conductibilité à 18° par le nombre 75 000. Toda, de Gratz, et Ernyel, de Budapest, ont trouvé récemment que cette donnée peut très bien être appliquée dans la pratique.

D'après Ernyel, on obtient cependant des résultats plus précis en traçant, pour une eau donnée, la courbe exprimant le rapport de la conductibilité à la teneur en sels. Il suffit pour cela de procéder à des mesures et de se reporter ensuite à cette courbe quand on veut déduire la teneur en sels de la conductibilité.

Si la température, lors de la mesure, est différente de 18°, on peut calculer la conductibilité à cette température à l'aide de la formule suivante :

$$C_{18} = \frac{C_0}{1 + \rho(t - 18)},$$

dans laquelle ρ est le coefficient de température ; il est égal à 0,023 pour des valeurs de t comprises entre 15° et 25°.

* * *

La connaissance de la valeur exacte de la résistivité de l'eau est particulièrement précieuse pour établir la constance de composition des *eaux minérales* que l'on trouve dans le commerce. Elle permet de s'assurer d'une façon exacte si l'on a affaire à une eau naturelle, caractérisée par une résistivité invariable, ou à une eau similaire fabriquée artificiellement. Elle est par conséquent un contrôle évident de l'analyse chimique, non qu'elle permette de connaître la nature et les proportions des sels contenus dans l'eau étudiée, mais parce qu'elle permet de se rendre compte avec une extrême rapidité si cette eau a bien l'origine qu'on lui suppose.

Nous donnons ci-dessous, d'après M. Negreano, les résistivités de quelques eaux minérales à la température de 18° C, ainsi que la valeur du coefficient a de température (ou augmentation de la résistivité par degré de température) :

EAUX MINÉRALES	OHMS- Centimètres	a
Eau minérale de Caciulata (Roumanie).....	328	0,019
— Slanic (Roumanie), source N° 1..	114	0,024
— — — N° 3..	48	0,023
— — — N° 6..	27,5	0,024
— Vichy, source Célestins.....	140	0,023
— Vittel, grande source.....	500	0,027
— Evian, source Cachat... ..	1280	0,026

Si l'on mesure la résistivité d'une même eau à des températures différentes, on constate qu'elle ne croît pas proportionnellement à la température. Si l'intervalle de température n'est pas très grand, les résistivités ρ_t à la température t du liquide peuvent être exprimées en fonction de la résistivité ρ_{18} à la température de 18° C par la relation suivante :

$$\rho_t = \rho_{18} [1 - a(t - 18)].$$

Cette dernière donnée ne présente de l'importance que lorsque l'eau minérale doit être utilisée à une température supérieure à la normale, cas évidemment fort rare. Dans le cas habituel, on constate que deux échantillons d'une

même eau, eau de Vichy par exemple, l'un provenant de la source et l'autre fabriqué artificiellement, ont chacun une résistivité qui les différencie nettement. On peut s'en rendre compte par les chiffres ci-dessous :

Eau de Vichy, source Célestins	140 ohms-cm.
Eau de Vichy similaire artificielle.....	112 —

Avec de l'eau d'Evian, on aurait les résultats suivants :

Eau d'Evian, source Cachat	1 280 ohms-cm
Eau d'Evian similaire artificielle	1 120 —

Ces résultats montrent donc d'une façon très précise l'origine des eaux naturelles, en même temps qu'ils permettent de dévoiler rapidement les falsifications dont elles peuvent être l'objet dans le commerce.

Jean ESCARD.

MESURES ÉLECTRIQUES

MESURES DE POTENTIELS EXPLOSIFS ENTRE 20 000 VOLTS ET 300 000 VOLTS (1)

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL. — Nous nous sommes servis, pour ces mesures, de la grande machine à 20 plateaux, construite grâce à la subvention de l'Académie (2). Des capacités diverses, pouvant varier de $\frac{1}{10\,000}$ à $\frac{2}{300}$ de microfarad, pouvaient être adjointes à la machine pour en régulariser le potentiel. Nous avons constaté que ces capacités étaient sans influence appréciable sur la longueur des étincelles.

L'appareil servant à la mesure des potentiels était un électromètre absolu dont le plateau fixe et l'anneau de garde avaient, l'un et l'autre, 80 centimètres de diamètre. On avait abaissé le centre de gravité du fléau portant le plateau mobile assez pour que la balance fût stable dans toutes les expériences. Les mouvements de ce fléau étaient observés par la méthode de Poggendorff.

Les étincelles étaient produites entre des électrodes fixées à l'extrémité de deux longues tiges horizontales portées par des colonnes de verre de 60 centimètres de hauteur. L'ensemble était installé sur un banc d'optique auquel on avait adapté un mouvement de machine à diviser pour mesurer micrométriquement l'écartement des électrodes.

Marche d'une expérience. — Chaque détermination se faisait successivement par les deux méthodes suivantes :

1° La machine étant en marche en régime permanent, et le voltage étant maintenu constant au millième près par la manœuvre d'une fuite auxiliaire, on rapprochait lentement les électrodes jusqu'à obtenir l'étincelle.

2° On cherchait par tâtonnements à quelle distance il fallait placer les électrodes pour que, en laissant le potentiel s'élever *très lentement*, l'étincelle éclatât au moment précis où la différence de potentiel atteignait une valeur choisie à l'avance. Ces deux méthodes ont donné des résultats parfaitement concordants.

Il convient dans ces expériences d'éviter absolument toute production d'aigrette parasite, positive ou négative, dans le voisinage des électrodes. Il est en outre indispensable

(1) Note de MM. P. VILLARD et H. ABRAHAM à l'Académie des Sciences, séance du 11 décembre 1911.

(2) *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1813.