

Title	Pulvérisation de la Peinture dans le Champ d'électro-statique.
Sub Title	
Author	森, 元吉(Mori, Motokichi) 藤森, 正敏(Fujimori, Masatoshi)
Publisher	慶應義塾大学藤原記念工学部
Publication year	1961
Jtitle	Proceedings of the Fujihara Memorial Faculty of Engineering Keio University Vol.14, No.52 (1961.) ,p.22(22)- 39(39)
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO50001004-00140052-0022

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

Pulvérisation de la Peinture dans le Champ d'électro-statique.

(Reçu le premier septembre, 1961)

par Motokichi Mori*
et Masatoshi Fujimori**

Motif d'étude

Cette étude porte sur le thème intitulé "Experience sur le mécanisme de l'appareil de peindre" appelé "Cyclon", qui est demandée par la compagnie Nippon Kōgei Kōgyō à l'association Keio Kōgakukai. Il s'est occupé à l'exécution suivi des examens, des essais et des recherches pendant une année, sous le système où ce thème est démembré par quelques spécialités et chaque parti special prend sa part dans son domaine de spécialité. L'étude a été terminée au mois de mars 1961, car nous avons abouti à un résultat sur la régularité de la form. Les rapports qui voici sont la somme pour ce qui concerne seulement à le domaine d'électricité que nous avons suivie pendant environ une année.

I. Un coup d'oeil donné sur le domaine du thème

Nous avons pour objet principal du thème d'analyser théoriquement le travail de peinture, avec le projet qui s'attend aux progrès du fonctionnement et de la qualité de l'appareil à peinture. La peinture dans le champ électro-statique est faire adhérer à la face d'un objet les particules de peinture en les chassant déjà pulvérisées et déjà chargées dans le champ électrique. Nous devons examiner le procédé d'étude en le classifiant par quelques divisions ainsi qu'il suit : —

(i) De pulvériser les particules de peinture et de tenir la grandeur de toutes les particules comme uniforme par quelque façon, malgré que cette pulvérisation doive de toute façon à la force d'électricité ou à l'air compressible.

(ii) D'augmenter la charge obtenue de la particule. C'est raison qu'il soit nécessaire de posséder la charge qui est admise le plus.

(iii) Chasser assez efficacement les particules dans le champ pour qu'elles adhèrent à l'objet.

(iv) Que la couche qui est faite sur l'objet par particules soit à être uniforme et belle. Ces articles mentionnées ci-dessus doivent être important à l'égard de la

* 森 元 吉 est professeur à la faculté de la science d'ingénieurs de l'Université Keio.

** 藤 森 正 敏 est aide au cours de la science de l'ingénieur électrique de l'Université Keio.

fonction de peindre. Chaque article a pour but d'établir le procédé par lequel, la consommation de la peinture est au minimum, mais le travail de la peinture atteint avec une haute vitesse à son bel accomplissement.

A propos de notre manière adoptée de pulvériser la peinture (i), en ce temps-là il lui restait encore une question incompréhensible qu'elle empiète ou non sur un certain droit de brevet. Ce qui concerne à la pulvérisation de peinture dans le champ d'électricité était en litige dans le monde industriel.

II. Fonction de charge dans le champ d'électricité

Il est certain que la clef à résoudre cette question, ce ne sera rien d'autre façon que d'analyser la fonction de peindre, ainsi nous prenons une attitude circonspecte pour l'analyse de la question et sa conclusion. Cependant, à mesure que nous avançons notre étude d'expérience, notre anxiété s'est diminuée et à la fin, nous nous sommes mis à prévoir où cette question va arriver. Quant à (ii), nous avons commencé par mesurer la charge que la particule a pris dans le champ et de plus nous avons étudié le mécanisme par lequel elle peut prendre la charge. En général nous pourrions en supposer les trois cas : —

(a) La charge est donnée quand la particule se déprend de l'électrode de haute tension.

(b) La charge est donnée à la particule par la décharge de la couronne de l'électrode.

(c) La charge est donnée à la particule parce que celle-ci a obtenue des ions dans le champ.

Nous calculons respectivement les charges dans chaque cas (a), (b), (c) et nous comparons ces valeurs calculées avec la charge réalisée dans l'exercice de peinture. Nous avons su que la charge réalisée n'est pas encore assez obtenue, donc il sera important d'en augmenter la quantité pour élever l'efficiencia du travail de peindre. On croit bien qu'il sera dans ce but aussi important d'examiner l'installation et le mécanisme par lesquels les particules reçoivent les charges. Nous devons tenir compte du cas (iii) par rapport au cas (ii).

On doit examiner avec plus de soin la distribution de champ et le procédé à arranger la constitution d'électrode. D'autre part, un parti d'étude dans la compagnie compte sur la pratique d'un appareil efficace par rapport à cette question. Pour ce qui concerne le cas (iv), il vise à améliorer l'accomplissement de la face à peindre en pulvérisant la peinture et en tenant la grandeur de particule uniforme. L'efficiencia de cette amélioration se rapporte à la conductibilité de la couche constituée par des particules qui ont adhéré à la face d'objet.

Si la particule se décharge une fois qu'elle a adhéré à la face, le potentiel qui existe à la couche sera perdu tout de suite, aussi ce potentiel peut-elle être retournée au champ qui est nécessaire pour chasser les particules.

Au contraire de cela, il sera nécessaire de mettre du temps à décharger avec une

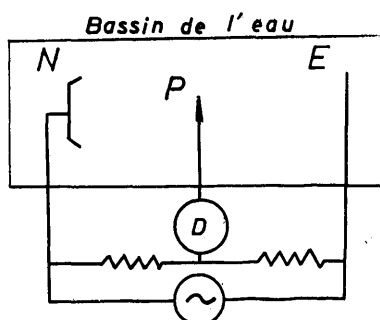
plus haute résistance pour que nous tenions la couche uniforme et belle.

Il est aussi nécessaire de maintenir la constante de temps à une certaine valeur appropriée, qui consiste en la résistance d'isolation et la capacité electro-statique.

III. Champ où les particules de peinture passent

(i) Champ électrique à être modelé.

Nous prenons un bassin d'eau comme Fig. 1 pour modeler un champ électrostatique



La reseau d'électricité
avec 1KC, 53V.

Fig. 1. Le champs d'électricité modelé par
un bassin de l'eau.

N : une électrode à éjecter de peinture.
(l'ajutages sont installé 6)

E : une planche d'électrode mise à terre
potentiel.

P : une aiguille à éprouver.

D : un detecteur.

où il y aura lieu de peindre. Une façon modeler fait facilement tracer les lignes équipotentiellles. Nous adoptons une installation indiquée sur Fig. 1, où il y a une electrode qu'elle devrait éjecter de la peinture en pratique, et l'autre électrode qui tient le potentiel à zero, c'est-à-dire, l'objet à peindre. Fig. 2 (A) et (B) sont les diagrammes obtenus de l'expérience, et indiquent les champs à un type "Cyclon". Fig. 2 (B) montre particulièrement la partie voisine du gicleur. Il y a deux cas dans cette carte, dans l'un, il se trouve une aiguille, l'autre rien. Cette aiguille est installée pour diffuser la couronne.

Fig. 3 indique un type "Ransburg".

(ii) Champ en fonction de peindre.

On ne peut pas penser que le champ dans un bassin d'eau est de même que le champ en fonction de peindre, parce que les particules pleines de charges

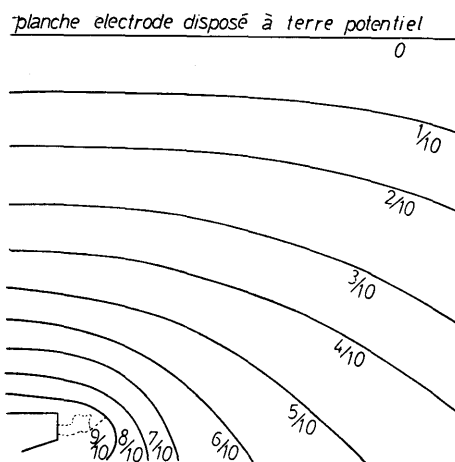


Fig. 2A. La carte d'équipotential. (Lignes sont démembré dixième partie dans espace.)

Une appareille à pulvériser la peinture "Cyclon type".

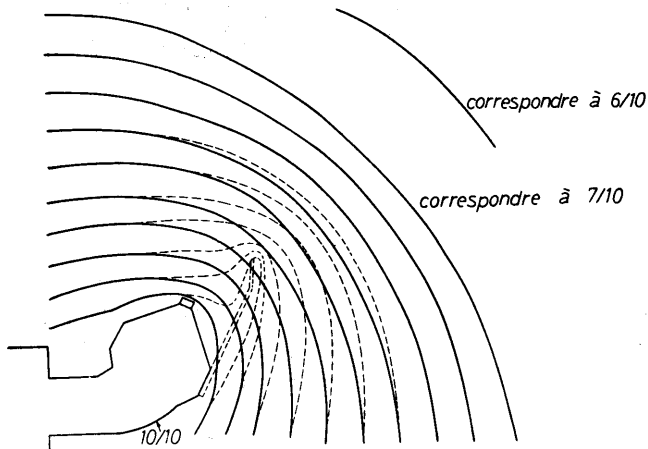


Fig. 2B. La carte en détail aux environs de l'ajutage.

(Lignes sont démembré dixième partie dans espace.)

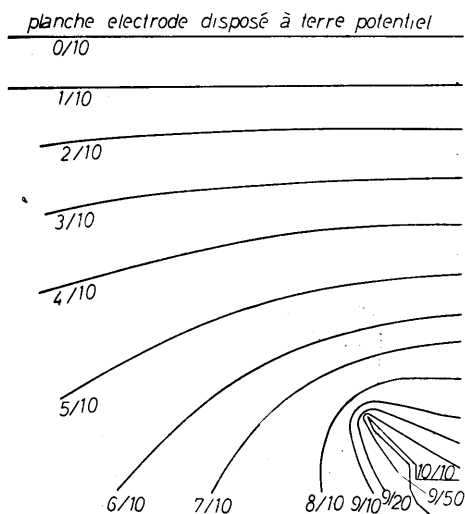


Fig. 3. La carte d'équipotentiel "Ransburg type".
(Lignes sont démembré dixième partie dans espace.)

sont en marche dans le champ et l'appareil est à éjecter de pleines charges dans l'espace. Il serait nécessaire de savoir le champ qui existe en réalité par quelque façon, mais il se passe peut-être quelque courbure au champ, si l'on fait entrer quelque chose à examiner dans ce champ d'électricité.

Nous arrivons à une conclusion que nous devons vérifier si le champ réel s'identifie avec ce qu'il a obtenu par l'expérience (i) mentionnée avant.

Il y doit être la différence de même potentiel entre deux électrodes que le potentiel indiqué sur la diagramme mentionnée avant, si les deux plaques sont mises au long der surfaces équipotentielles. Alors, il est sûr que nous pourrons trouver, entre l'électrode de haute tension et une électrode à essayer, la même

différence du potentiel que celle différence enregistrée sur la diagramme, à la condition que le courant doit être tenu constant. Nous avons obtenu la relation entre les différences des potentiels et la distance d'une électrode de haute tension à l'autre à essayer ainsi que Fig. 4 a déjà indiqué avant. Mais, il était impossible de mesurer la partie voisine de l'électrode de haute tension.

Nous avons pu constater que les deux champs s'unissent comme Fig. 5 où le signe (x) indique le cas de (i) et le signe (•) le cas de cette fois.

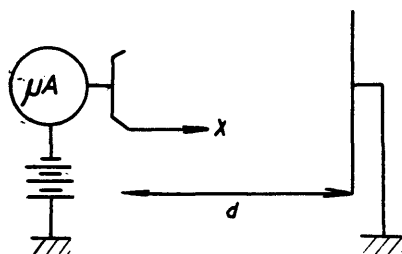


Fig. 4. La verification fait à l'execution de peinture.

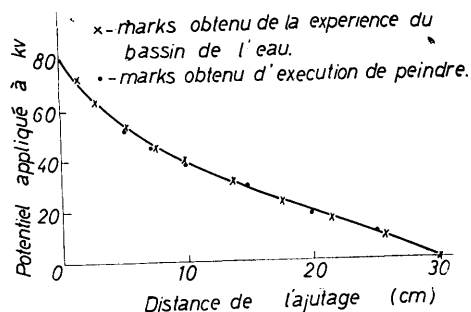


Fig. 5. Distribution de potentiel sur la ligne qui passe à l'axe central du champ.

(iii) Formule d'expérience sur les équipotentiellles dans le champ.

La formule d'experience dans Fig. 5 est démontrée au longe d'axe du champ comme ensuite : —

$$V = V_0 \left[1 - \left(\frac{x}{d} \right)^{2/3} \right]$$

où V : potentiel qui existe dans l'espace (kV).

V_0 : tension appliquée à la électrode d'appareil (kV)

x : distance de l'appareil à un point regardé (cm).

d : distance de l'appareil à l'objet peint (cm).

Fig. 6 montre le rapport des tensions appliquées avec les courants ioniques dans le cas de 30 cm de distance.

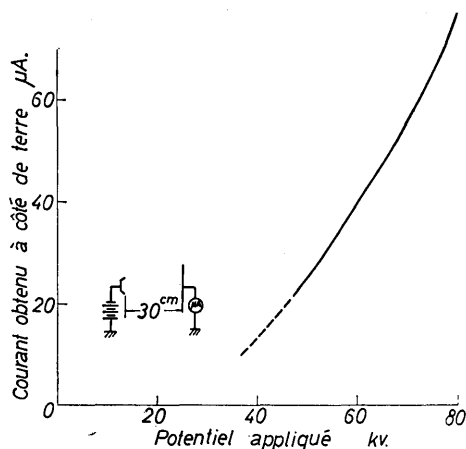


Fig. 6. Un caractère de courant ionique sans la peinture (Cyclon type). Surface d'électrode disposé à terre potentiel 102×96 cm

IV. Distribution du courant ionique et du courant causé par la charge de la peinture

On sait bien que la fonction de peindre dépend des particules de la peinture qui doivent les charges et marchent dans le champ. Il est naturel qu'il y a le rapport important de la fonction de peindre avec le diamètre, la charge et la distribution de la particule dans le champ. Particulièrement, si la livraison de charge doit être grace à la fonction d'ion qui existe dans l'espace comme la décharge de corona,

il sera nécessaire d'étudier le courant ionique et aussi le courant causé par des particules qui possèdent de charge.

(i) Façon de mesurer et les appareils.

Fig. 7 indique une installation de mesurer la charge de particule et divers électrodes utilisées. (a) indique la disposition d'électrode misé en mesure des particules, (b) indique l'apparence de la planche qui est l'objet peint et qui a plusieurs trous (16 mm ϕ) à des intervalles de 50 mm au long de la ligne centrale, et (c) et (d)

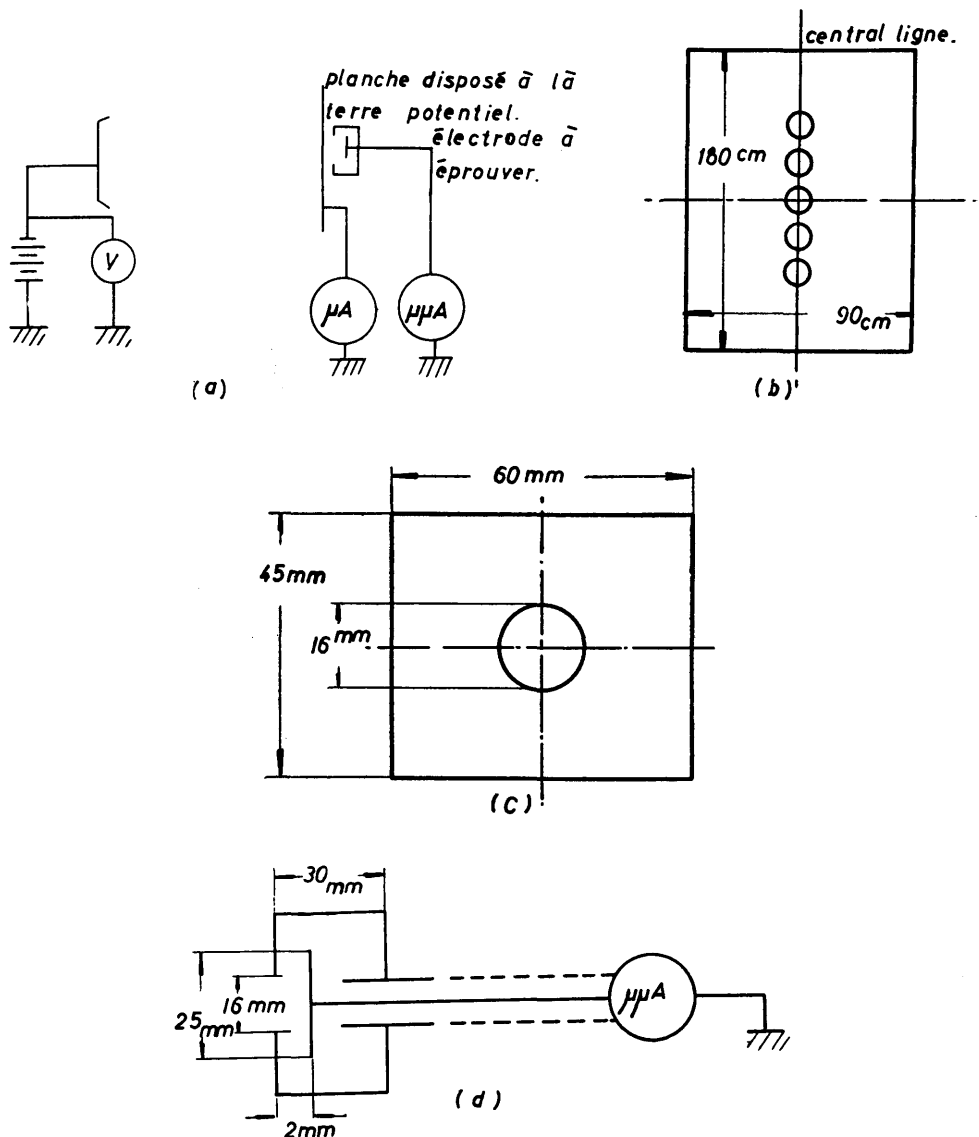


Fig. 7. Disposition pour mesurer la charge que particule possédé, et divers instruments.

indiquent les appareils pour mesurer le courant et la charge.

(ii) Distribution du courant ionique.

Cela est la distribution du courant ionique sur la planche dans les cas, où nous appliquons une haute tension entre l'électrode et une planche, c'est-à-dire un objet à être marié à la terre, sans que nous faisons faire l'éruption de la peinture. Nous prenons le cas où la distance entre deux electrodes est 30 cm et la tension appliquée 50kV ou 80 kV. Fig. 8 indique les deux cas; l'un est du type "Cyclon" et l'autre

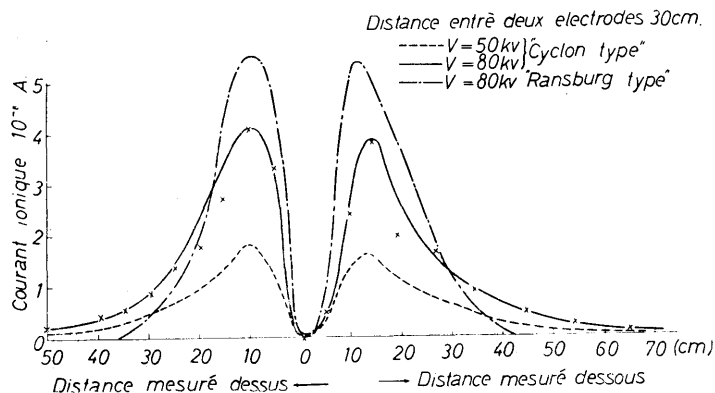


Fig. 8. Diagramme indiquant la distribution de courant ionique.

du type "Ransburg". Le type "Cyclon" se sert de l'appareil à trois gicleurs et qui a 7.5 cm du centre d'appareil jusqu'au gicleur. Le type "Ransburg" a 7.5 cm du rayon d'appareil.

On reconnaîtra par Fig. 8 qu'il n'y a qu'un peu de courant à la part central de la planche et que le courant est maximum à la part un peu éloignée du centre et à celle plus éloignée, il est aussitôt réduit. Cela devient du fait que la place où se produit le corona se trouve dans une telle disposition et les ions volent traversant les lignes équipotentielles, c'est-à-dire, suivant la ligne de force du champ.

(iii) Distribution du courant dans le l'éruption de peinture est en fonction.

Cela est le cas qu'il y a la fonction réelle de peindre, c'est-à-dire le cas où l'éruption de la peinture s'est ajoutée au cas de (ii). Il se passe cette-fois-ci un phénomène où le courant se réduit, car il y a la pleine particule de la peinture voisine de l'électrode comme du nuage et aussi il s'y passe une couche qui est établie par les particules abouties à la planche et tenues des charges un moment sans décharge. La distribution de courant à cause de cette charge est pareille à celle d'ion, mais le courant à la part centrale augmente un peu plus que le cas d'ion. C'est parce qu'elle est forcée de chasser par un vent délicat qui existe de nature, à cause de qu'elle a une vitesse plus lent. Ce phénomène nous donnera une occasion convenable à mesurer la charge de la particule.

V. Charge de la particule

Nous avons monté les distributions des courants dans les deux cas ; l'un était le cas où les ions font ses courants et l'autre le cas où les ions et les particules font ses courant assembles. La charge que la particule porte seule et sa distribution dans l'espace seront impotantes sur la technique de peindre.

Il est impossible de calculer la charge d'une particule par une façon telle que la mesure la différence de déduction entre le cas (iii) et l'autre (iii), car une charge portée par la particule est extrêmement moins de quantité que la charge portée par l'ion. Par conséquent, nous prenons une façon telle qu'il suit :

Les conditions d'éruption de la peinture sont :

viscosité de la peinture	16 sec (Ford cup # 4)
quantité de la peinture à consumer	8 cc/min
tension de l'air compressif	0.45 kg/cm ²
sorte la peinture	mélamin type 2-466 spring green
tension d'électricité appliquée	50 kV ou 80 kV

Nous utilisons un verre poli destiné au microscope pour la petite électrode qui sert à gagner l'échantillon à éprouver et mesurer directement la charge.

Nous avons ouvré une planche (c'est-à-dire un objet à être peint) telle qu'elle a quelques trous au long de sa ligne centrale. Une particule passée à ce trou est saisie sur le verre. Il n'y arrive aucun ion, car le verre existe à l'autre côté de trou.

(i) Façon de gagner la valeur moyenne de charge appartenu à un groupe.

$$\text{Quantité de charge } Q = \frac{I t}{N \cdot s_2 / s_1}$$

I : courant produit par la charge de la particule.

t : temps pendant la collection.

N : nombre des particules adhérees à une certaine surface dans le champ visuel du microscope.

s_1 : certaine surface mentionnée avant.

s_2 : surface accupée d'une trou.

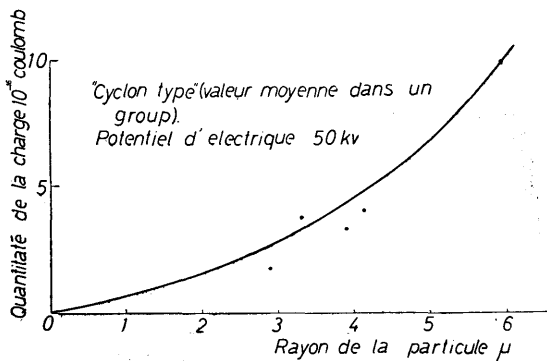


Fig. 9. Relation entre la rayon et quantité la charge.

En même temps, nous avons pu mesurer les grandeurs des particules et calculer leur rayon moyenne. Dans cette expérience, nous avons pu classifier les particules à divers groupes, auxquels la grandeur des particules est différente, car le vent faible existe par nature dans l'espace et il force les particules à courir à quelques directions. Fig. 9 et

10 indiquent le rapport de la quantité de charge avec le rayon de la particule. Fig. 9 est du type "Cyclon" et Fig. 10 est de l'autre type "Ransburg". En cas de "Ransburg", les particules ne sont pas venues à la part centrale, mais nous avons pu obtenir un résultat après les avoir chassées par un éventail.

(ii) Façon de mesurer une charge par le choix d'une seule particule.

(a) Appareil de mesure.

Nous posons une installation (Fig.

11) pour mesurer une charge d'une seule particule comme ensuite : — un ampèremètre ($\mu\mu A$), un oscillographe écrivant avec plume et un amplificateur sont utilisés. Une particule passée à un trou suit sa marche grâce à son inertie, bien que le champ d'électricité se soit perdu, mais elle tombera bientôt dessous par l'action de la force gravitationnelle.

Nous pourrions gagner une particule en tombant par l'appareil montré dans la Fig. 11, et mesurer le courant causé de sa charge. Il est sûr que chaque ion ne vient déjà pas à le contraire côté d'électrode qui est sur la terre potentiel et il est naturel que l'ion s'unit à la terre.

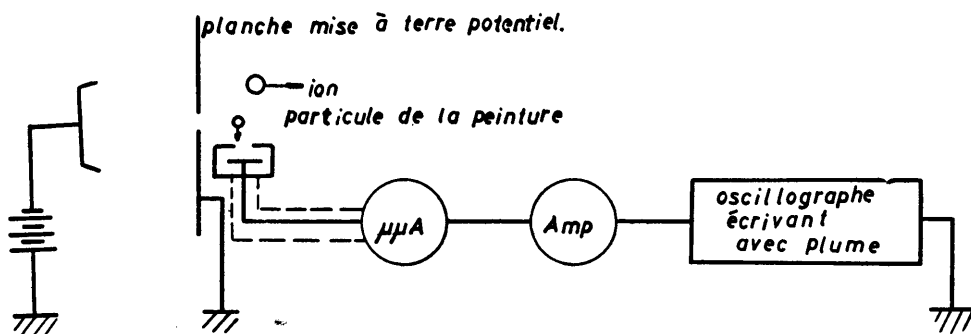


Fig. 11. Mesure de la charge que la particule possédée.

(b) Façon de calculer.

Quand une particule arrive à la face d'instrument, auquel nous pouvons examiner une charge, il y apparaît un courant ayant une certaine constante de temps de RC comme l'indique Fig. 12. Nous pouvons calculer une charge Q devant le courant. Un courant

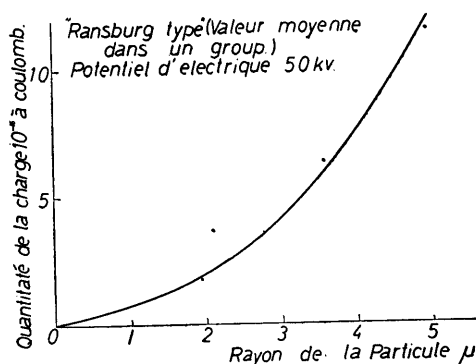


Fig. 10. Relation entre la rayon la particule et sa charge.



Fig. 12. L'onde de courant au temps où la charge fait libre.

a une forme : —

$$I = I_m e^{-\frac{1}{RC} \cdot t}$$

où

R : résistance à l'entrée.

C : capacité a l'entrée.

la charge Q est formulée $Q = \int_0^{\infty} I dt = RC I_m$. RC montre la constante de temps qui appartient au circuit d'électricité. Nous obtenons $RC = 1/3$ de la forme ondulée de courant. Alors, obtenons $Q = I_m \cdot 1/3$.

Fig. 13 et 14 sont les resultats à propos d'une seule particule de peinture.

Fig. 13 est du type "Cyclon" et Fig. 14 est de l'autre "Ransburg".

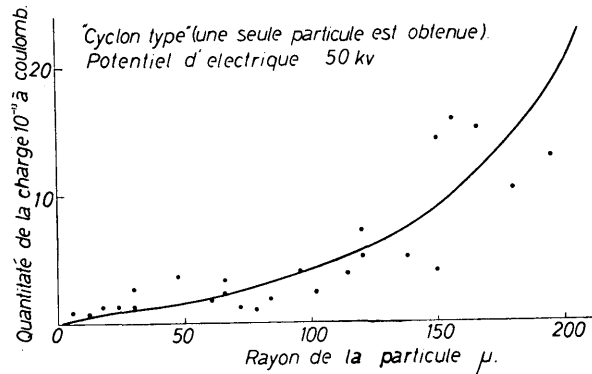


Fig. 13. Relation entre la rayonn de la particule et sa charge.

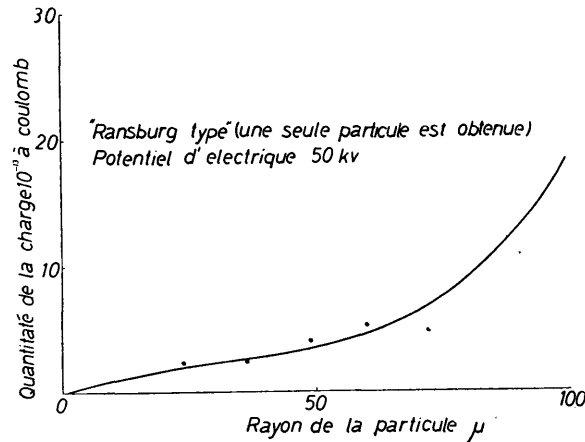


Fig. 14. Relation entre la rayonn de la particule et sa charge.

(iii) Remarque.

Fig. 15 indique un exemple que la production d'ion et sa distribution peuvent être changes par l'adoption de l'électrode d'une forme speciale. Le rayon d'une particule

est montré par ce que nous avons saisi sur une électrode à éprouver, mais ce qu'elle est en l'air est différent de l'une sur l'électrode et aura encore plus un petite rayon. La charge d'une particule était de même que dans deux cas: le cas de 50 kV et l'autre 80 kV.

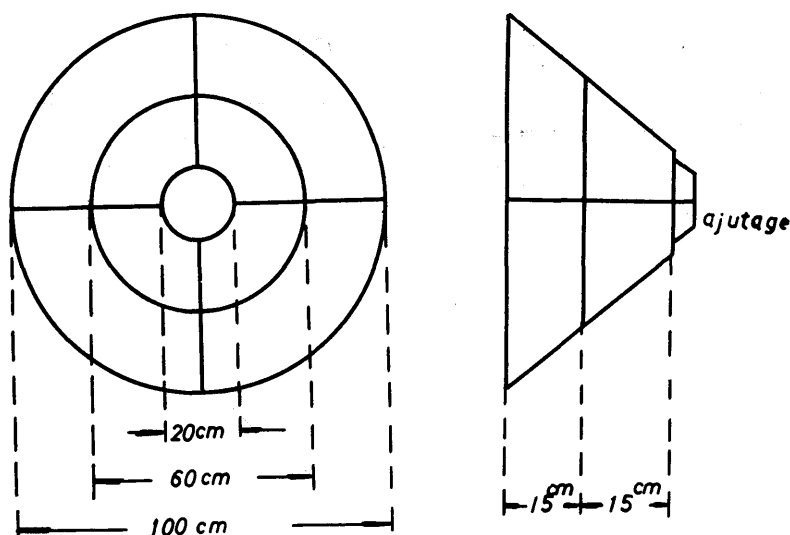


Fig 15. Special électrode pour étudier la distribution des particules.

VI. Relation entre une tension et une charge dans une expérience modelée

(i) L'appareil de l'expérience.

Nous utilisons une aiguille capillaire à injection pour produire les particules de peinture. L'aiguille capillaire est ouvragée, sa dimension montrée dans Fig. 16. La peinture est tenue au niveau de 10 cm de haut dans un bassin d'eau comme Fig. 17 (A) et (B). La haute tension continue est appliquée à la peinture. L'objet peint et une planche, dont la surface est $30 \times 30 \text{ cm}^2$ et elle est tenue à terre potentielle. Nous pouvons saisir une particule qui vient approcher d'une électrode après avoir passé à un trou comme Fig. 17. Une charge de particule a pu être mesurée de cette façon sans aucun ion à exister. Nous admettons le diamètre de particules comme Fig. 17 pour l'une qui arrive sur le verre. Pour mesurer une charge, nous adoptons un circuit qui est constitué à la resistance d'entrée de $4500 \text{ M}\Omega$ et à quelque capacité. Nous utilisons un oscillographe enregistrant par une plume.

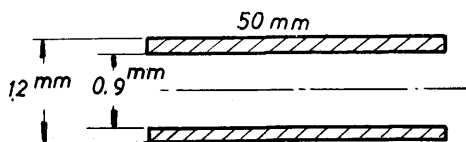


Fig. 16. diaramme de detail d'aiguille.

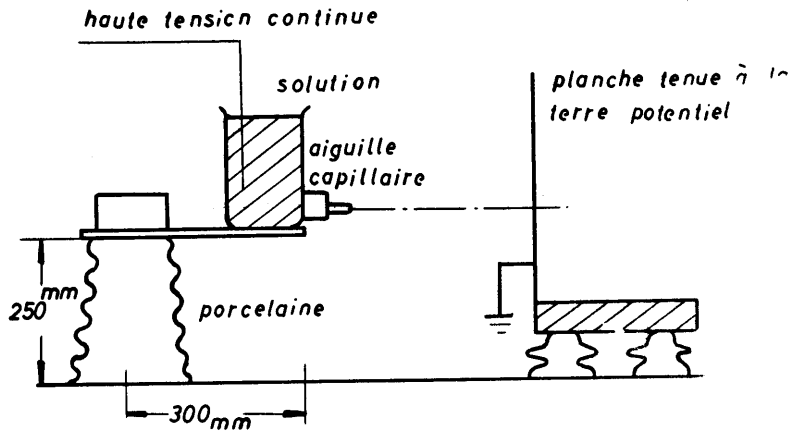


Fig. 17A. Disposition de la expérience modelé pour obtenir le fond physique.

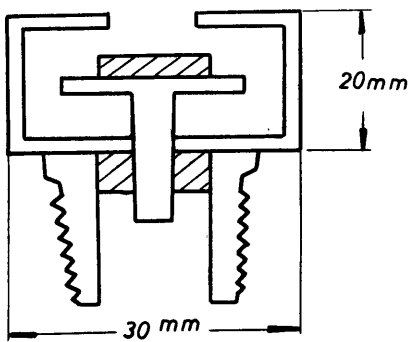


Fig. 17B. Électrode à éprouver la charge de la particule.

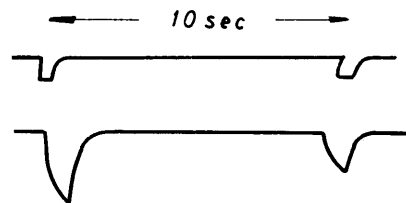


Fig. 18. Courant de décharge.

(ii) Resultat de l'expérience.

Fig. 18 indique une forme ondulée de de-charge telle qu'il se passe sur un verre. Elle a $\tau=0.3$ sec pour la constante de temps. Le courant maximum est montré par cette formule :

$$I = Q/CR = Q/\tau$$

où

Q : quantité de la charge portée par la particule.

R : résistance d'entrainement. Alors $Q=0.3 I$. Nous obtenons la charge du courant maximum.

Charge de particule peint.

Fig. 19 indique le rapport de la grandeur de particule avec sa charge dans le cas où la distance entre deux électrodes est 10cm, et la tension d'électricité est

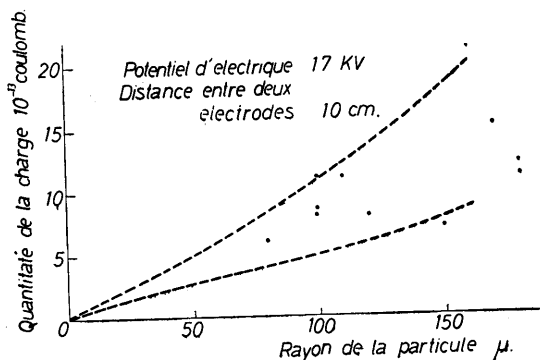


Fig. 19. Relation entre la rayon de la particule et sa charge.

17kV. On sait dans Fig. 19 qu'il y a une considerable dispersion de charge. Fig. 20 indique le rapport de la grandeur de particule avec la charge maximum dans le cas où nous prenons la tension comme paramètre. Table I indique un exemple qui montre la relation entre un courant d'ion et une charge de particule. Le courant d'ion augmente avec la tension appliquée, mais la charge n'augmente qu'un peu. Nous considerons 10 kV de la tension comme propre.

Table 1. Courant ionique et la charge de la particule.

Potentiel applique kV.	7	17
Courant ionique μA .	0.3	7
Max. valeur de la charge 10^{-13} coulomb (100 μ dia.)	8	11

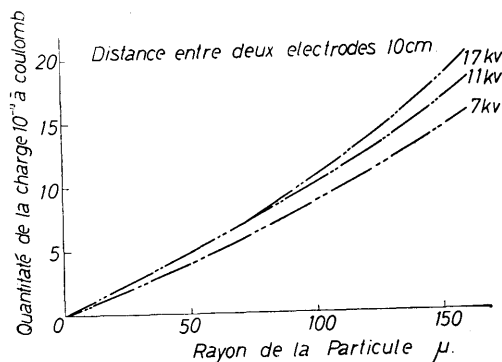


Fig. 20. Relation entre la rayon de la particule et la max. valeur de la charge.

VII. Fonction de la pulvérisation de peinture dans le champ électro-statique

(i) Charge d'une particule.

Nous supposons de ceci qu'il y ait les deux voies par lesquelles les particules des peintures peuvent saisir ses charges : —

(a) Il y a un cas où la particule saisit sa charge dans le voisinage de l'électrode où le corona émit des ions vers l'espace par décharge, pendant qu'elle flotte à la dérive. On trouvera de même le mécanisme où une étincelle de corona prolongée de l'électrode est comme un fil de conducteur d'électricité. Après avoir chargé un certaine tension, cette ligne d'électricité est perdue.

Bien que en tous cas la particule soit diélectrique ou conducteur, si nous pensons à propos du phénomène en négligant le cours de temps, la charge serait la même qu'il en soit. Si nous désignons le rayon de particule sous les signes a (cm) et la tension d'électrode V (volt), la charge de particule Q est écrité ainsi qu'il suit :

$$Q = \frac{10^{-9}}{9} V a \quad (1)$$

Maintenant, si nous prenons la rayon de particule comme 10 μ et la tension d'électrode comme 80 kV, nous obtenons cette formule :

$$Q = 9 \times 10^{-11} \text{ coulomb}$$

Table 2. Diamètre de la particule et la charge.

D in μ	Q in coulomb
1	5.5×10^{-12}
10	4.5×10^{-11}
20	9×10^{-11}
50	2.3×10^{-10}
100	4.5×10^{-10}
200	9×10^{-10}

Table II indique le rapport du rayon des particules avec les charges.

(b) Ensuite, il y aura l'autre cas où la particule saisit en général sa charge dans le champ d'électricité pendant qu'elle flotte au milieu du champ.

En conséquence, la formule de ci-dessous est connue généralement :

$$Q = \left[1 + 2 \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 1} \right] E a^2 \quad (2)$$

E est l'intensité de champ d'électricité, a est le rayon d'une particule et ε est la constante diélectrique. L'intensité de champ sera déduit de la distribution de tension, et la formule :

$$V = V_0 \left[1 - \left(\frac{x}{30} \right)^{2/3} \right] \quad (3)$$

Cela est une formule empirique mentionnée avant.

Donc, après l'avoir différenciée par x , nous obtenons la formule qu'il suit :

$$E = - \frac{V}{15} \frac{1}{x^{1/3}} \quad (4)$$

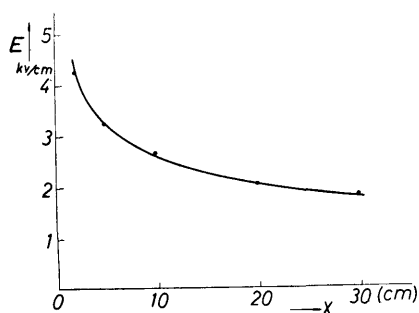
**Fig. 21.** Distribution de la intensité du champ d'électricité.

Fig. 21 indique ce résultat. On sait dans Fig. 21 que l'intensité E reste dans le domaine de $E = (2 \sim 3)$ kV/cm.

Si nous demandons la réponse pour $D = 2a = 20 \mu$, nous trouvons

$$Q = (2 \sim 3) \times 10^{-12} \text{ coulomb.}$$

Si nous comparons cela avec le cas de (a), nous trouvons que la charge du cas (b) est plus petite que celle du (a).

Au contraire à (b), la charge que l'électrode a directement donnée est donc plus grande.

L'autre parti, la charge réelle qui est obtenue par expérience, est désignée par,

$$Q = (4 \sim 8) \times 10^{-14} \text{ coulomb.}$$

Cette quantité est extrêmement petite à la comparer avec celle des deux cas (a) et (b). On comprend que les cas (a) et (b) montrent la valeur qui ne soit possible que dans une circonstance favorable.

(ii) Vitesse de particule au milieu de champ.

La particule sera chassée dans le champ par la force de QE ; Q est la charge d'une particule et E est l'intensité électrique dans le champ. On désigne par cette formule le nombre de Reynolds du mouvement d'une particule dans l'air,

$$R = \frac{\rho a v}{\eta}$$

où ρ est la densité d'air, η est le coefficient de viscosité d'air, a est rayon d'une particule et v est la vitesse d'une particule.

Alors, nous prenons $\rho = 1.29 \times 10^{-3} \text{ g cm}^3$, $a = 10^{-3} \text{ cm}$ ($= 10 \mu$), $v = 10^2 \text{ cm/sec}$ et $\eta = 1.8 \times 10^{-4}$ unité de C.G.S., nous obtenons $R = 0.7$. Nous pouvons montrer le mouvement d'une particule par la formule ainsi qu'il suit :

$$m \frac{dv}{dt} + r_s v = QE \quad (5)$$

où

$$r_s = 6\pi\eta a \quad (6)$$

Cela la resistance dans l'air, m est la masse d'une particule.

Si l'on pose $a = 10 \mu$, on obtient $r_s = 3.3 \times 10^{-6}$ unité de C.G.S. ou $r_s = 3.3 \times 10^{-9}$ unite de M.K.S. On prend $m = 4 \times 10^{-9} \text{ g}$, pour une particule de $a = 10 \mu$ en mélamin. La réponse de (5) est écrite :

$$v = \frac{QE}{r_s} \left[1 - e^{-\frac{r_s}{m} t} \right] \quad (7)$$

Nous calculons les valeurs de QE/r_s .

(1) Nous prenons $Q = (4 \sim 8) \times 10^{-14}$ coulomb, comme une valeur obtenue par l'expérience, le resultat est obtenu :

$$QE/r_s = (4 \sim 8) \text{ m/sec.}$$

On pourra connaître que cette valeur coincide avec celle de toutes choses considérées dans réel.

(2) Nous prenons $Q = 9 \times 10^{-11}$ coulomb comme valeur dans le cas de (a), nous obtenons $QE/r_s = 9 \times 10^3 \text{ m/sec}$.

Cette valeur, c'est-à-dire, la vitesse de particule est trop grande pour considérer comme l'une réelle.

Alors, si nous calculons la constante de temps $T = m/r_s$, nous obtiendrons $T = 10^{-3}$ sec. C'est-à-dire que la particule prend environ un milli-seconde jusqu'à la vitesse ultime. L'accélération agit sur la particule :

$$\alpha = \frac{QE}{m} e^{-\frac{t}{T}} \quad (8)$$

Pour dans le cas (i), $QE/m = (2 \sim 6) \times 10^3 \text{ m/sec}$.

Pour dans le cas (ii), $QE/m = (4 \sim 6) \times 10^6 \text{ m/sec}$.

(3) Force agissant sur la particule en courant.

Cette force qui agit sur la particule se perd pendant un millisecond ainsi que l'accélération. Nous supposons la particule comme un corps sphérique ayant le rayon $a = 10 \mu$, sa surface $4\pi a^2 = 4\pi \times 10^{-10} \text{ (m}^2\text{)}$

La densité de charge sur une surface :

$$q = \frac{Q}{4\pi a^2}$$

$q_1 = (3.2 \sim 6.4) \times 10^{-5}$ coulomb/ m^2 pour le case réel.

$q = 7.1 \times 10^{-2}$ coulomb/ m^2 pour le case où nous avons calculé.

D'autre part, nous avons mesuré la tension mécanique sur la face de la peinture :

$$T = 34 \text{ dyne/cm} = 3.4 \times 10^{-2} \text{ N/m}.$$

Par cela, nous avons pu calculer la mécanique pression interieure dans la particule sphérique ;

$$\frac{2T}{a} = 6.8 \times 10^3 \text{ N/m}^2.$$

La force de traction allouée à l'unité à la face d'une particule :

$$F_1 = \frac{2m\alpha}{4\pi a^2} = 25 \text{ N/m}^3.$$

Pour le cas où $q = (3.2 \sim 6.4) \times 10^{-5}$ coulomb/ m^2 et l'intensité de champ

$$E = (2 \sim 3) \times 10^5 \text{ V/m}.$$

Si on compare cela avec la mécanique pression interieure mentionnée avant, il ne se passe pas la rupture de particule, parce que la mécanique pression interieure est plus grande.

Nous utilisons F_2 pour q_2 , c'est-à-dire, $F_2 = 5.1 \times 10^4 \text{ N/m}^2$.

En ce cas, la particule est tirée par une plus grande force que la mécanique pression intérieure, alors il arrivera de déformation la face ou de rompre la particule, mais la particule fait réduire sa face, c'est-à-dire que le rayon se fait moins petit.

La face de la particule se déforme jusqu'à ce qu'elle s'équilibre à la force extérieure. Le rayon doit être $a = 4 \times 10^{-6} \text{ m}$.

Cependant, la force qui agit sur la face cylindrique (voir à Fig. 22):

$$2\pi a T = 8.5 \times 10^{-7} \text{ N}.$$

La force que la charge exerce sur la particule,

$$QE = 2.3 \times 10^{-5} \text{ N}.$$

On peut supposer qu'il arrive de rompre la particule.

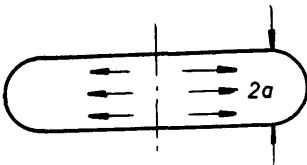


Fig. 22. Une état que la particule est en rompant par la force.

VIII. Grandeur de particule et fonction d'air compressilbe

C'était notre question de savoir laquelle des deux manières de pulvériser soit plus efficace : celle d'utiliser la pression d'air ou la force d'électricité.

Nous avons pris quelques vues photographiques compris les prises de vues au

cinematograph avec un haute vitesse, dans le but de rendre clairs l'état des particules à jaillir du gicleur et celui de leur distribution dans l'espace. Nous avons exploré les particules dans le champ avec un instrument spécial que nous avons inventé pour les ramasser. La forme et le rayon de la particule ont été mesurés en observation dans le champ visuel du microscope, et enregistrés par photographie. Cette forme-ci était comme disque circulaire avec un petit épaisseur et nous pouvons compter le rayon de la particule à la volée en l'air, car son volume est déjà connu. Les particules sont classifiées en quelques groupes par leur diamètre : $0\sim 20\mu$, $20\sim 40\mu$, $40\sim 60\mu$, $60\sim 80\mu$, $80\sim 100\mu$, $100\sim 120\mu$, et $120\sim \infty\mu$. Il est sûr qu'elles ont un certain indice d'occupation qui est occupé sur toute la face de peinture par les particules d'un groupe. Nous l'appelons le taux des occupation sous diverses circonstances extérieures. A l'égard de la pulvérisation de la peinture par la tension d'électricité, nous avons trouvé qu'il y a un domaine de pulvérisation du rang $60\sim 70$ kV accompagné du courant de l'air laminaire et l'autre domaine du rang $80\sim 90$ kV accompagné du courant de l'air turbulent.

Nous avons connu qu'il y a une région de la limite de deux dans le rang entre $70\sim 80$ kV. On connaît qu'il y paraît peu souvent quelque grand particule dans le champ, mais nous avons pu savoir qu'il n'apparaît aucune grande particule si nous appliquons plus de tension que 90 kV. On connaît que la pression de l'air contribue à pulvériser la peinture comme nous le voyons au pulvérisateur, mais l'effet de la pulvérisation augmentera davantage avec l'élévation de la tension d'électricité. Si nous faisons exercer à la fois les deux, la pression de l'air et le potentiel d'électricité, l'une participera plus fort à pulvériser que l'autre, et nous ne devons pas oublier que le potentiel d'électricité fait les grandeurs uniformes des particules. Ces expériences ont fait claire la relation du rayon en moyenne avec la pression de l'air et le potentiel d'électricité, et cette relation triadique nous l'avons indiquée par un diagramme cubique où nous pouvons connaître la pulvérisation relative à la pression de l'air et au potentiel d'électricité.

XI. Pulvérisation par la force d'électricité seulement

Pour étudier le fait fondamental du phénomène physique de la pulvérisation de peinture dans le champ d'électro-statique, nous avons disposé d'un appareil qui constitue à l'aiguille à injection comme une électrode d'une haute tension et une électrode du cercle d'anneau comme électrode auxiliaire. Nous avons observé l'état de la pulvérisation des particules en tombant de l'aiguille capillaire quand nous avons appliqué le potentiel positif à l'aiguille comme une électrode et appliquons un potentiel négatif au anneau comme une électrode.

Les liquides utilisés sont que voici; l'eau distillée, éthanol, méthanol, buthyl acétate, ethyl acétate, amyl acétate, acétone, benzène, toluène n-héptane, n-hexane, et cyclohexane. Nous avons trouvé en fait qu'il y a deux sortes des liquides;

l'un est en état d'être pulvérisé, l'autre est hors d'état de le faire, et nous les avons classés en deux groupes.

Quant au liquide qu'il est possible de pulvériser, la pulvérisation arrive tout à coup au moment où il atteint à une certaine tension d'électricité, et nous appelons celle-ci la tension de ouverture de pulvérisation.

Pour trouver le fondement de la possibilité de pulvériser, nous avons indiqué et comparé les constantes physiques de divers liquides. Nous avons connu la relation entre le diamètre et la charge, rapportée à la particule par l'action de l'eau distillée dans une expérience avec cette installation qui fait voir passer la particule dans l'espace entre les deux plaques parallèles qui sont appliquées d'abord à un certain potentiel alternatif. La particule prend un passage sous forme de l'ondulation à cause de la force qui se produit entre la charge de la particule et le champ d'électricité. Nous pouvons compter sa charge et sa vitesse au moyen de prise de vues photographiques de son passage.

Ce rapport est classé par quelques chapitres en raison de spécialité de chaque participation : — sa conclusion n'est pas réécrite, car elle est écrite dans chaque chapitre.

L'étude avait faite dans la faculté de la science d'ingénieur de l'Université Keio, à force de bourse d'étude, des appareils de peinture et des peintures, pourvus par la compagnie Nippon Kôgei Kôgyo. Au titre de représentant de tous les membres, nous remercions beaucoup Monsieur le directeur Shunichi Bandô de ses encouragements et ses ententes pendant que nous suivions nos études.

Bibliographies

1. H. L. Green and W. R. Lane : Particulate clouds ; dusts, smokes and mists. D. Van Nostrand Company Inc.
2. K. Hashimoto : Atarashii tosô to kansô. Ohm Bunko.
3. Mori, Amano et Fujimori : Compte rendu de l'association Keio Kogakukai Avril 1961.
4. Mori and Fujimori : Transaction of 1961 Annual joint Convention of the four Electrical Institute of Japan, No. 999.
5. Mori et Fujimori: Peinture par pulvérisation dans un champ électrostatique, Revue Generale de l'électricité Tome 71, N° 3, 1962.