



HAL
open science

Le mouvement de l'air étudié par la chronophotographie

M. Marey

► **To cite this version:**

M. Marey. Le mouvement de l'air étudié par la chronophotographie. J. Phys. Theor. Appl., 1902, 1 (1), pp.129-135. 10.1051/jphystap:019020010012900 . jpa-00240583

HAL Id: jpa-00240583

<https://hal.science/jpa-00240583>

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.

LE MOUVEMENT DE L'AIR ÉTUDIÉ PAR LA CHRONOPHOTOGRAPHIE (1);

Par M. MAREY.

Avant de présenter à la Société mes expériences sur l'étude des mouvements de l'air par la chronophotographie, il n'est pas inutile, je crois, de rappeler les recherches que j'ai faites, il y a quelques années, sur les mouvements des liquides. De grandes analogies rapprochent ces deux sortes d'expériences : de part et d'autre, il s'agit de rendre visibles et de photographier des phénomènes qui échappent à la vue.

Un courant d'eau bien limpide tenant en suspension des perles brillantes dont la densité est égale à la sienne est vivement éclairé par la lumière du soleil. Derrière lui est un champ obscur ; enfin un appareil chronophotographique prend une série d'images sur plaque fixe.

On voit sur l'image les points brillants formés par les perles éclairées tracer en lignes ponctuées la direction et la vitesse du courant qui les entraîne.



FIG. 1.

Quand on place dans ce courant des obstacles de diverses formes, on voit les filets de liquide s'infléchir de diverses façons et former des remous. Ainsi, contre un plan incliné, les filets d'eau se partagent (*fig. 1*) en un point qui semble être le centre de pression. Contre une surface convexe les filets glissent en léchant la surface, tandis que,

(1) Communication faite à la Société française de Physique : Séance du 17 janvier 1902.

J. de Phys., 4^e série, t. I. (Mars 1902.)

devant une gouttière concave, ces filets s'écartent en divergeant. Dans tous les cas, des remous se forment en aval de l'obstacle. Enfin, sur tous ces photogrammes, on peut apprécier la vitesse du fluide à chaque instant, d'après l'écartement des images des perles brillantes car, photographiées à des intervalles de temps égaux, elles parcourent en ces temps des distances plus ou moins grandes.

Une échelle métrique donne la valeur absolue des chemins ; enfin la fréquence des images (dix par seconde) fait connaître la vitesse de l'eau dans ses divers déplacements.

Les mêmes expériences donnent les mouvements de la surface de l'eau quand on y produit des ondes stationnaires. Le niveau du liquide éclairé par en bas forme, le long du vase qu'il mouille, un ménisque concave qui renvoie la lumière, par réflexion totale, dans la direction de l'appareil chronophotographique. On voit alors le niveau du liquide osciller à la façon d'une corde vibrante, formant des ventres et des nœuds (*fig. 2*).



FIG. 2.

Une méthode analogue permet de suivre, dans un courant d'air, la vitesse et la direction des divers filets qui le constituent, avec les changements qu'ils éprouvent en rencontrant des obstacles de diverses formes.

L'appareil qui m'a servi se compose d'un tuyau prismatique rectangulaire de 0^m,50 de côté sur 0^m,75 de hauteur (*fig. 3*). La paroi antérieure est formée d'une glace bien transparente, la postérieure est couverte de velours noir, la paroi de gauche est blanche pour refléter la lumière, celle de droite est vitrée, et devant elle est une lanterne à l'intérieur de laquelle on fera exploser un éclair magnésique.

La partie inférieure du tuyau se prolonge par une caisse dans

laquelle un ventilateur électrique fait un appel d'air. Au sortir du ventilateur, l'air expulsé s'en va à travers des tuyaux qui traversent la lanterne à éclair magnésique.

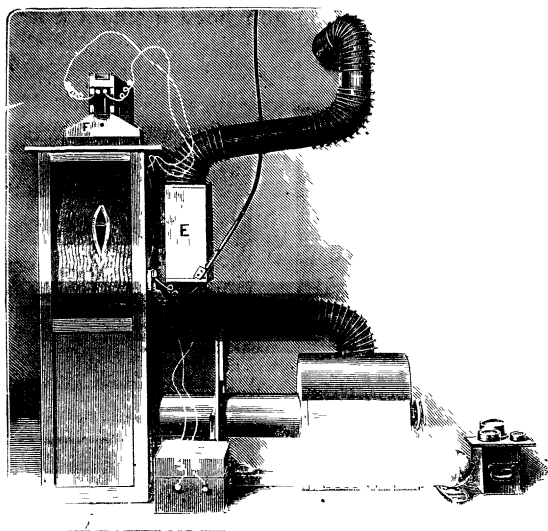


FIG. 3.

Pour que le courant soit régulier dans le tuyau à parois de glace, il faut que l'air soit filtré à travers deux châssis de gaze de soie bien tendue à mailles fines et régulières. Un de ces châssis est en haut, l'autre en bas du tuyau prismatique.

On rend visibles les courants d'air en introduisant par la partie supérieure du tuyau, des filets de fumée très minces. Ces filets traversent le premier châssis de gaze et descendent, entraînés avec l'air aspiré, dans le tuyau, où ils restent parallèles entre eux jusqu'à la gaze inférieure qu'ils traversent pour se rendre dans le ventilateur.

La production de ces filets de fumée s'obtient de la manière suivante : On brûle dans un fourneau fermé de l'amadou mêlé à des étoffes de coton ; la fumée qui s'en dégage est conduite, par un tuyau recourbé, à une série de tubes d'émission, très minces et parallèles entre eux, qui reposent à la surface de la gaze supérieure.

Quand on place à l'intérieur du tuyau un obstacle sur le trajet du courant d'air (*fig. 4*), on voit les filets de fumée s'infléchir contre

l'obstacle et se partager en deux courants dont l'un remonte la pente du plan incliné, tandis que l'autre la suit. Ce partage se fait en un lieu qui correspond au centre de pression de l'air contre la surface inclinée; le lieu de partage est au centre de la figure du plan, s'il est horizontal, et s'approche de son bord d'amont à mesure que le plan s'incline davantage.



FIG. 4.

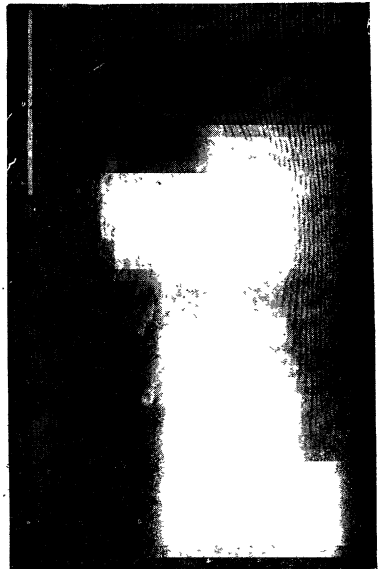


FIG. 5.

En aval de l'obstacle, des remous se forment et montrent leurs volutes autour d'un espace où l'air semble tout à fait immobilisé.

Mais il ne suffit pas de connaître la direction des filets d'air en chaque point; il faut aussi en connaître la vitesse.

À cet effet, la série de petits tubes qui amène sur la gaze filtrante les filets de fumée aspirés est soumise à un ébranlement latéral qui se répète dix fois par seconde. Un trembleur électrique réglé à cette fréquence entretient ce mouvement vibratoire. Sous cette influence, les fumées ne forment plus des lignes droites parallèles, mais des courbes sinusoïdales dont les inflexions se conservent pendant tout leur parcours. D'autre part, à l'intérieur du tuyau à air, une réglette

de 0^m,20 de longueur, située exactement dans le même plan que les filets de fumée, sert d'échelle pour mesurer l'espace parcouru par les molécules d'air, en chaque dixième de seconde.

On voit sur chacun des filets (*fig. 5*) une série d'inflexions latérales qui se conservent pendant toute la durée de leur parcours. Ces inflexions resteraient équidistantes si la vitesse du courant était la même en tous les points. Mais, dans les régions où le courant se ralentit, les inflexions se montrent plus serrées; elles s'écartent, au contraire, les unes des autres quand le courant est rapide.

Les figures qu'on vient de voir ont été obtenues à la lueur d'un éclair magnésique, c'est-à-dire en un temps si court que chaque filet de fumée apparaît comme s'il était immobile.

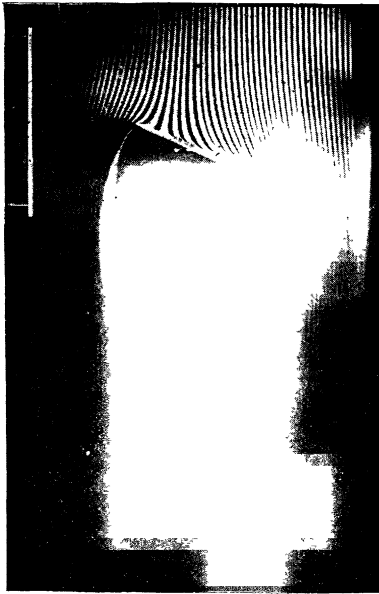


FIG. 6.

Si l'éclairement durait plus longtemps, l'aspect de la figure changerait et donnerait l'état moyen du courant d'air : c'est ce qu'on voit (*fig. 6*), où l'éclairage, produit par la combustion prolongée d'un fil de magnésium, a duré sept secondes environ.

On ne saurait énumérer les diverses applications de cette méthode, car on peut varier à l'infini la forme et les dimensions des

corps plongés dans le courant d'air, augmenter ou diminuer la vitesse du courant.

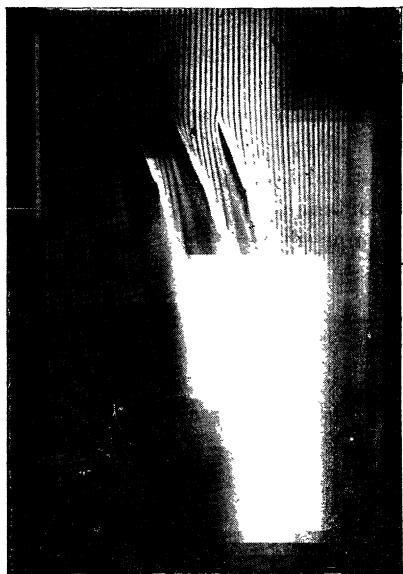


FIG. 7.

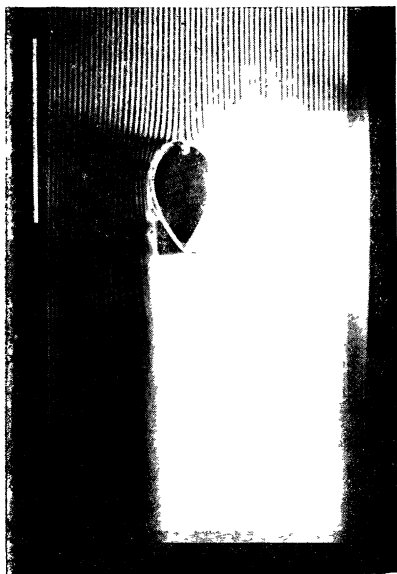


FIG. 8.

Une question importante pour l'aviation est de savoir comment se comportent les filets d'air contre trois plans voisins et parallèles entre eux, inclinés sous un certain angle. La *fig. 7* répond à cette question d'une manière très claire.

Dans un autre cas, il s'agirait de savoir si la conformation des animaux aquatiques, dont la tête est obtuse et la queue effilée, constitue une disposition favorable. En immergeant dans l'eau des solides dont l'une des extrémités est obtuse et l'autre effilée, on peut voir qu'il y a grand avantage à ce que la grosse extrémité se présente la première; il y a, de cette façon, beaucoup moins de remous à l'arrière.

Il en est de même quand on opère dans l'air: les *fig. 8* et *9* montrent qu'avec la grosse extrémité tournée en avant les corps laissent derrière eux un sillage de remous moins large.

On considérera, je pense, comme une preuve de la précision de

la méthode, ce fait que, si l'on répète deux fois de suite une expérience, en conservant les mêmes conditions, les images obtenues sont identiques et superposables entre elles pour tous les points qui ne sont pas situés dans la région des remous.

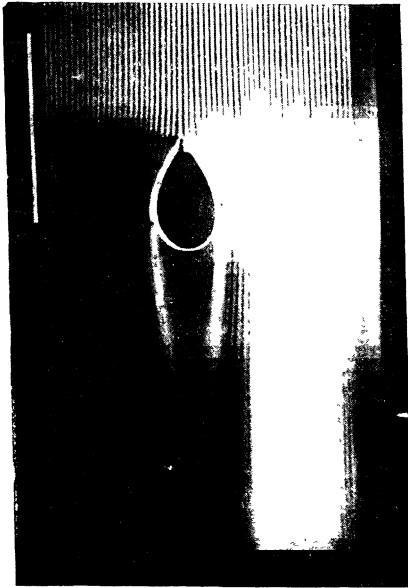


FIG. 9.

Je crois pouvoir ajouter que cette méthode donnera la solution expérimentale de divers problèmes relatifs aux appareils propulseurs dans les fluides, aux questions de ventilation, etc.
