

Bibliothèque numérique

medic@

**Marey, Etienne-Jules. - Changements
de direction et de vitesse d'un courant
d'air qui rencontre des corps de
formes diverses**

*In : Comptes rendus
hebdomadaires des séances de
l'Académie des Sciences, 1901,
132 : 1291-1296*



(c) Bibliothèque interuniversitaire de médecine (Paris)
Adresse permanente : <http://www.bium.univ-paris5.fr/hist/med/medica/cote?marey185>

les recherches faites avec les produits très actifs, des actions diverses. Les mains ont une tendance générale à la desquamation; les extrémités des doigts qui ont tenu les tubes ou capsules renfermant des produits très actifs deviennent dures et parfois très douloureuses; pour l'un de nous, l'inflammation des extrémités des doigts a duré une quinzaine de jours et s'est terminée par la chute de la peau, mais la sensibilité douloureuse n'a pas encore complètement disparu au bout de deux mois. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Changements de direction et de vitesse d'un courant d'air qui rencontre des corps de formes diverses.* Note de M. MAREY.

« Depuis la Communication que j'ai eu l'honneur de faire devant l'Académie, le 27 mai 1900, j'ai reconnu que mes appareils devaient être entièrement reconstruits dans des conditions plus parfaites, mais les ressources de mon laboratoire ne me permettaient pas cette coûteuse réfection. Notre savant Correspondant M. Langley, qui veut bien s'intéresser à ces études, obtint de la Smithsonian Institution, dont il est Secrétaire, un subside qui me permit de reprendre mes expériences et d'obtenir des résultats beaucoup plus précis. Pour présenter à l'Académie ces nouveaux résultats, j'ai attendu que M. le Professeur Hele-Schaw ait exposé lui-même ses remarquables expériences. Il m'a semblé utile de rapprocher deux genres de recherches qui ont un caractère commun : celui de fixer, en des images permanentes, des phénomènes qui échappent à l'observation directe.

» En outre, depuis ma dernière Note j'ai eu connaissance des travaux de M. L. Mach, travaux qui ont, avec les miens, des relations assez étroites et qu'il est nécessaire de signaler pour retracer l'évolution d'une méthode à peine naissante mais qui semble destinée à de nombreuses applications.

» C'est le 11 mars 1893 que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie mes premières études, faites au moyen de la Chronophotographie, sur les ondes liquides, sur les mouvements des molécules à l'intérieur de ces ondes, enfin sur les changements de vitesse et de direction des courants qui rencontrent des corps de formes diverses.

» Bientôt après M. L. Mach (1) signalait ses expériences sur la façon

(1) *Academischen Anzeigener*, 1893.

dont se comporte un courant d'air dans des circonstances analogues; il a donné plus de développements à ce travail dans une Communication ultérieure (1). Au moyen d'une turbine aspirante, l'auteur faisait passer un courant d'air continu dans un tuyau prismatique quadrangulaire d'une section de $18^{\text{cm}} \times 24^{\text{cm}}$. La face de ce tuyau tournée vers l'observateur était formée d'une glace transparente; la face opposée, noircie, formait un champ obscur; enfin une lampe à arc projetait sa lumière à l'intérieur du tuyau.

» M. Mach plaçait dans le courant d'air des corps de différentes formes faits de substances transparentes. Il recourait à divers moyens pour rendre visibles les mouvements de l'air qui se produisaient au voisinage de ces corps; tantôt il projetait dans le courant d'air de légers morceaux de papier de soie, tantôt il y lançait de fines poussières, y insufflait des fumées, ou y suspendait des fils de soie flexibles qu'entraînait le courant. Parfois il explorait la direction du mouvement de l'air au moyen de petites flammes de gaz qu'il portait en divers points de la surface des corps plongés dans le tuyau.

» Mais la méthode qui a donné à M. Mach les meilleurs résultats fut celle de Schlieren (2), qui consiste à rendre visibles les mouvements de certains filets d'air en changeant leur indice de réfraction. On y parvient en envoyant un courant d'air chaud dans de l'air plus froid. Les filets échauffés apparaissent alors, soit plus clairs, soit plus foncés que l'air environnant; un éclair de poudre de magnésium permet de photographier l'aspect du phénomène.

» Or les expériences de M. Mach ont donné des apparences tout à fait comparables à celles que j'avais obtenues pour les mouvements des liquides dans des circonstances semblables. Ainsi, en rencontrant des corps fusiformes, le courant d'air se divise, puis se reforme derrière eux en produisant peu de tourbillons. Les plans inclinés sous divers angles, les solides de formes variées agissent sur l'air comme sur l'eau.

» Enfin M. Mach mesurait la vitesse de ses courants d'air au moyen d'un anémomètre; il contrôla même les indications de cet instrument par une méthode acoustique imaginée par son père, le Professeur E. Mach. Une flamme vibrante de Kœnig, introduite dans le courant d'air, y donne

(1) *Revue de l'Aéronautique et de la Physique de l'atmosphère*, 15^e année, 6^e livraison, juin 1896.

(2) Voir *Recueil des travaux scientifiques* de Léon FOUCAULT. Paris, 1878.

l'apparence d'un chapelet de petits nuages qui se transportent en gardant leurs distances respectives; celles-ci, correspondant à des intervalles de temps connus, permettent de mesurer la vitesse du courant.

» M. Mach signale un défaut de fixité dans la direction des filets d'air qui présentaient des oscillations continuelles; l'auteur attribue ces mouvements à des changements dans la pression *aerodynamique*.

» Ces études m'étaient inconnues lorsque je présentai à l'Académie le résultat d'expériences où j'avais soumis à l'action de corps de diverses formes un courant d'air placé dans des conditions identiques à celles où j'avais étudié les courants de liquides. Pour suivre les mouvements de l'air, je me servais de filets de fumée qui, aspirés comme l'air lui-même par l'action d'un ventilateur, pénétraient, sans vitesse propre, dans le tube à parois de glaces. Air et fumée étaient filtrés à travers des toiles à mailles fines et cheminaient parallèlement à l'intérieur du tuyau, tant que le courant ne rencontrait pas d'obstacle. Ces expériences, comme celles de M. Mach, ont montré qu'aux vitesses employées l'air et les liquides se comportent sensiblement de la même manière.

» A ce moment M. Bertin, ingénieur de la Marine, me mit en relations avec son collègue de Liverpool, M. Hele-Shaw, qui depuis plusieurs années poursuivait des expériences sur le mouvement des liquides dans des espaces clos. Les images si nettes et si régulières que donne la photographie de filets de glycérine colorés montrent comment l'incompressibilité des liquides supprime les remous quand le mouvement se produit dans un espace inextensible, tandis que des remous ont toujours lieu, à des degrés divers, en aval des corps immergés dans un courant d'air, et même dans un liquide, s'il circule dans un canal ouvert.

» Dans la construction de mon nouvel appareil, la section du tuyau à air fut portée de 0^m,20 à 0^m,50, le nombre des filets de fumée de 20 à 58; les toiles filtrantes furent remplacées par des gazes de soie à mailles très égales; enfin j'introduisis dans mes expériences un système de chronographie qui permet de mesurer, *sur chacun des filets de fumée*, sa vitesse aux diverses phases de son parcours.

» A cet effet, la série de petits tubes qui amène sur la gaze filtrante les filets de fumée qui vont être 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 règle 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.

« Quelques exemples des résultats obtenus permettront d'apprécier les progrès réalisés dans la construction nouvelle.

« Lorsque nul obstacle n'entrave le courant d'air, les filets de fumée qui traversent le tube restent rectilignes et parallèles entre eux (*fig. 1*).

Fig. 1.

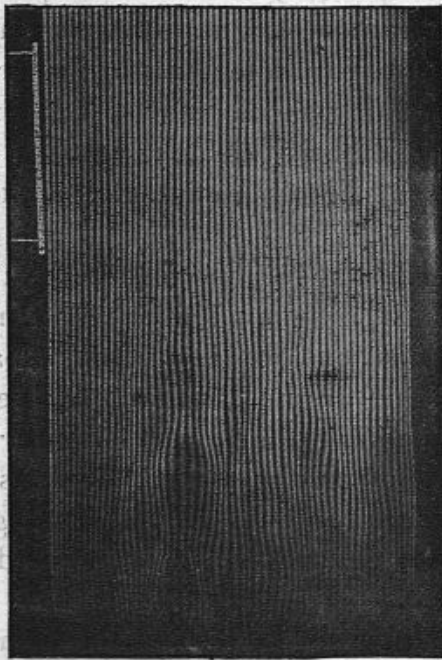


Fig. 2.



« Si l'on place dans le courant un plan incliné, les filets de fumée s'élargissent en le rencontrant (*fig. 2*), ce qui montre déjà qu'ils perdent de leur vitesse; ils suivent ensuite des directions opposées : les uns remontent vers le bord supérieur du plan, les autres glissent les uns sur les autres sans se mélanger entre eux et s'écoulent par le bord inférieur.

« De chaque côté de l'obstacle, ces filets de fumée continuent à cheminer, très serrés les uns contre les autres, et laissent derrière le plan incliné un vaste espace où l'air est immobile et ne présente qu'un nuage confus de

fumée. Cet espace où se font des remous ou tourbillons est d'autant plus large que l'obstacle au courant d'air est plus large lui-même.

» Pour connaître la vitesse du courant d'air aux divers points de son parcours, on répète l'expérience en imprimant aux tubes à fumée les vibrations dont nous avons parlé. Dès lors les filets, au lieu d'être rectilignes, présentent (*fig. 3*) 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 cou-

Fig. 3.

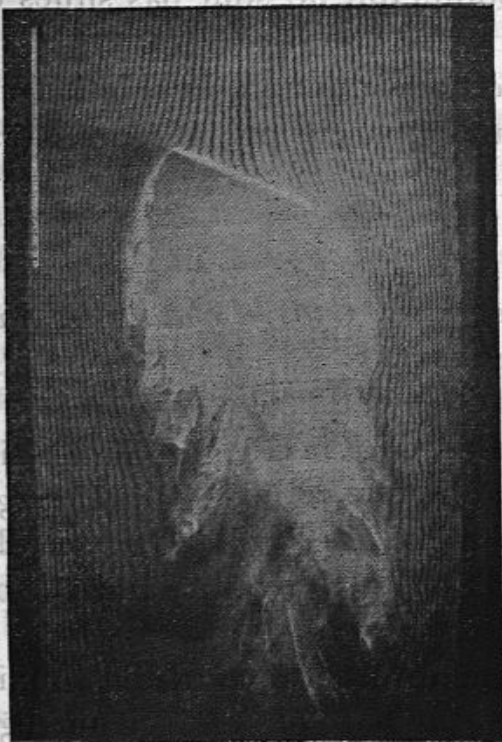
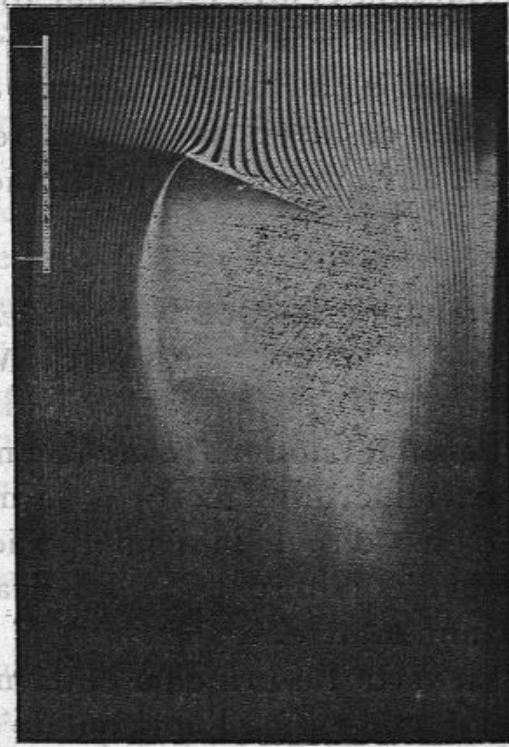


Fig. 4.



rant est rapide. Les espaces parcourus en un temps donné se mesurent au moyen de l'échelle métrique.

» 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.

» 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. 4*, 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.

» Dans aucun cas je n'ai constaté les soubresauts observés par M. L. Mach et qui déviaient alternativement le courant d'un côté ou de l'autre. Ces soubresauts tenaient peut-être à l'inégale répartition de la température dans l'air en mouvement.

» On considérera, je pense, comme une preuve de la précision de ma 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.

» 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. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur l'érosion régressive dans la chaîne des Andes.*

Note de M. DE LAPPARENT.

« Parmi les notions relativement nouvelles, dont la Géographie physique s'est enrichie, il n'en est pas de mieux établie que celle de l'*érosion régressive*, c'est-à-dire de la régularisation qui s'opère, de l'aval à l'amont, dans le profil d'équilibre des cours d'eau, sous la protection d'un niveau de base suffisamment fixe.

» En vertu du principe de la moindre action, cette courbe d'équilibre doit être tangente à l'horizontale du niveau de base et dessiner une ligne, concave vers le ciel, dont la courbure ne doit devenir sensible, pour un cours d'eau important, que dans le voisinage même de ses sources. Si donc le relief général de la contrée est prononcé dès la côte maritime, les rivières devront, de toute nécessité, y entailler des gorges profondes et le travail de régularisation du profil pourra les entraîner à creuser leur lit beaucoup au delà de la principale crête orographique.

» Nulle part cette loi ne rencontre une application plus remarquable que dans la traversée de la partie méridionale des Andes, entre le Chili et la République Argentine. La chaîne des Andes se dressant tout contre la côte chilienne, jusqu'à des hauteurs de 2000^m à 3000^m, et les précipitations atmo-