Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 111 (1985)
Heft: 7

Artikel: Jakob Ackeret (1898-1981) et le nombre de Mach
Autor: Rott, Nikolaus
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-75618

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Jakob Ackeret (1898-1981) et le nombre de Mach

d'après Nikolaus Rott, Zurich [1]

On cite volontiers les ingénieurs suisses qui, de Koechlin à Ammann, ont laissé de par le monde des ouvrages témoignant de leur génie. Jakob Ackeret a certes été un savant, mais aussi un ingénieur et un constructeur exceptionnel, qui aurait pu s'illustrer à l'étranger à l'égal des plus grands. Il a choisi de faire sa carrière en Suisse, ce qui explique peut-être qu'il n'y soit pas aussi connu que s'il s'était établi aux Etats-Unis, par exemple...
Comme enseignant à l'Ecole polytechnique fédérale, il a laissé une empreinte durable sur ses étudiants : il était évident que le professeur Ackeret était une personnalité largement hors du commun et que ses remarques, parfois fort acides, à l'adresse de son auditoire visaient à stimuler tant la curiosité scientifique que le sens critique indispensable à l'ingénieur. C'était l'un de ces maîtres dont l'enseignement reste présent à l'esprit tout au long d'une carrière, servant de référence. En hommage à Jakob Ackeret et à son attachement à la Suisse, nous publions une synthèse française d'un article paru il y a quelque temps en allemand. Ce texte met en évidence le rôle de pionnier d'Ackeret aussi bien que sa modestie. Nous nous devons, en Suisse, de ne pas oublier que c'est lui qui a ouvert à l'aviation la voie du vol supersonique. C'est ce que cette contribution veut rappeler, à l'occasion de l'anniversaire de sa mort, le 26 mars.

Jean-Pierre Weibel

En 1928, quand Ackeret fut nommé, à l'âge de 30 ans, privat-docent à l'Ecole polytechnique fédérale (EPF), sa renommée était déjà solidement établie dans le monde scientifique. Diplômé du «Poly», en 1920, il fut pendant un an l'assistant de Stodola (1859-1942), puis collaborateur de Ludwig Prandtl (1875-1953) à Goettingue, où il contribua de façon marquante à l'établissement de l'Institut d'aérodynamique. Il publia *en 1925* les fameuses formules qui portent son nom et traitent de la portance et de la résistance des profils minces supersoniques. Il est également l'auteur d'un article sur la dynamique du gaz dans le «Handbuch der Physik» paru en 1927. La même année, il est nommé ingénieur en chef chez Escher Wyss à Zurich, où il établit les bases du traitement aérodynamique moderne des turbines et des compresseurs axiaux.
Dans sa conférence inaugurale à l'EPF, le 4 mai 1929, parue dans le *Schweizerische Bauzeitung* du 12 octobre 1929 (tome 94, nº 15, pp. 179-183), il remarque que «dans l'aérodynamique des vitesses élevées, on retrouve constamment le rapport v/a entre la vitesse v du courant et la vitesse du son a correspondante. Il est donc indiqué d'introduire ici une représentation abrégée. Comme le célèbre physicien Ernst Mach (1838-1916) a reconnu de façon particulièrement claire l'importance fondamentale de ce rapport v/a dans notre domaine et l'a confirmée par des méthodes expérimentales que l'on peut qualifier de géniales, il me semble justifié de donner à ce rapport v/a le nom de *nombre de Mach*».

[1] Traduction libre d'extraits de l'article du professeur N. Rott, paru dans *Schweizer Ingenieur und Architekt* nº 21/83 du 19 mai 1983, pp. 591-594. Traduction : Walter Peter, Pully.

Le travail de Mach auquel se réfère Ackeret est le fameux article publié en 1887 à l'Académie des sciences de Vienne par Mach et Salcher. On y trouve pour la première fois la photographie de l'onde de choc d'un projectile (fig. 1). L'expérience était basée sur la méthode strioscopique inventée en 1864 par August Toepler. Indépendamment de ces essais, Mach a donné une explication théorique de l'apparition de l'onde de choc. Il introduisit l'image bien connue aujourd'hui, du «cône de Mach», enveloppante d'une série d'impulsions sphériques créées le long de la trajectoire du projectile et se déplaçant à la vitesse du son. Ackeret savait que cette explication avait déjà été donnée quarante ans plus tôt, en 1847, par Christian Doppler (1803-1853), mais fit remarquer que le nom de Doppler était déjà associé à «l'effet Doppler» et qu'une nouvelle utilisation différente de ce nom risquerait fatalement de provoquer des confusions. De plus il estimait important d'honorer l'expérimentateur, si bien que le «nombre de Mach» subsista définitivement.
Mentionnons les recherches faites à l'Institut d'aérodynamique de Zurich, sous la direction du professeur Ackeret, sur les phénomènes se produisant aux nombres de Mach élevés.
C'est en automne 1931 que Ackeret devint professeur extraordinaire à l'EPF. Il commença immédiatement l'étude et la planification de l'Institut d'aérodynamique et en particulier des deux souffleries aérodynamiques, exécutées avec l'aide de son fidèle constructeur Johann Egli. Ackeret, comme l'avait dit Von Karman, était le meilleur praticien parmi les pionniers de la mécanique moderne des fluides.

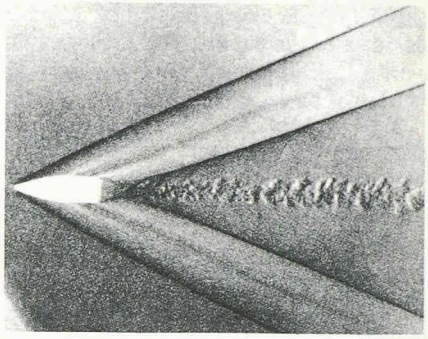

Fig. 1. — Photo strioscopique pour $M > 1$.

Pendant toute sa période active, il resta en relations avec Escher Wyss, contribuant de façon majeure à de nombreux développements concernant par exemple les hélices à pas variable pour la marine et pour l'aviation. Sa principale invention a été la conception de la turbine à gaz à circuit fermé, développée avec Curt Keller, une machine qui n'a pas encore obtenu la considération pratique qu'elle mérite et qu'elle finira certainement par atteindre, en particulier dans la variante utilisant l'hélium, où les nombres de Mach dans la machine sont petits.
Des deux souffleries aérodynamiques de l'institut, construites par Ackeret, l'une est de construction traditionnelle, prévue pour de faibles vitesses, et a donné des résultats particulièrement remarquables. Elle est encore aujourd'hui considérée indispensable à l'institut dans les domaines de l'étude et de la recherche. La seconde a constitué une nouveauté mondiale : il s'agissait de la première soufflerie aérodynamique à circuit fermé à vitesse supersonique. Avec elle, Ackeret visait un double but : tout d'abord diminuer le niveau de pression et la densité du fluide pour obtenir une puissance d'entraînement acceptable (900 ch). Ensuite et surtout, de varier pour un nombre de Mach donné, le nombre de Reynolds de façon indépendante, ce qui faisait de la soufflerie aérodynamique supersonique de Zurich un instrument de recherches particulièrement efficace. On obtenait enfin, grâce au strioscope construit par le Dr de Haller, une observation directe et continue du courant. Tous ceux qui ont eu le privilège de travailler sur cet instrument ont eu le sentiment d'avoir acquis un contact plus personnel, plus profond avec les courants à grande vitesse.
Il y a un demi-siècle, la théorie du compresseur axial à un étage fut enrichie par un travail important : la dissertation de Curt Keller sous la direction d'Ackeret, «Les compresseurs axiaux du point de vue de la théorie des ailes portantes», publiée en 1934. La théorie aérodynamique fut bientôt élargie aux compresseurs à plusieurs étages. Pourtant, comme l'indique Claude Seippel, alors chef du groupe des compresseurs axiaux chez Brown Boveri, les expériences n'avaient pu être faites que sur le compresseur d'es-

sais à 4 étages existant à Baden. Ackeret décida alors de commander un compresseur à treize étages. Ce compresseur de 900 ch, construit par Brown Boveri à Baden, fournissait 40 m³/s sous un rapport de pression de 2,4, avec un rendement atteignant quelque 70%. L'éclatant succès qui en résulta eut une forte influence sur le développement de ce type de machine.

La première application importante de la soufflerie supersonique fit largement usage de la possibilité de régler le nombre de Mach et le nombre de Reynolds indépendamment l'un de l'autre.

Ackeret eut l'idée d'étudier l'influence des ondes de choc sur les couches-limites. Les résultats, publiés dans le n° 10 de la série «Mitteilungen aus dem Institut für Aerodynamik» par Ackeret, Feldmann et Rott, furent le début d'un développement considérable de l'aérodynamique.

En 1967, après avoir pris sa retraite de professeur à l'EPF, Ackeret a continué d'exercer une activité bénéfique dans de nombreux domaines, tels que les problèmes de la pression du vent et la ventilation des tunnels. Il s'est également beaucoup intéressé aux problèmes généraux de production d'énergie ainsi qu'à l'histoire des sciences et de la technique. Sa contribution principale dans ce dernier domaine fut l'édition des œuvres d'Euler sur l'hydrodynamique. En 1944, une turbine basée sur les idées et les esquisses de Leonhard Euler et datant de 1754, fut construite et essayée à l'institut.

Les connaissances d'Ackeret en physique moderne étaient considérables et il en suivait inlassablement les développements les plus récents. Il créa entre autres la théorie relativiste des fusées.

Tous ceux qui ont connu Ackeret ont été fascinés par ses facultés de prescience. C'est ainsi qu'il parlait par exemple de la bombe atomique bien avant que les physiciens aient cru à la possibilité de sa réalisation, et des montres électroniques avant que les progrès techniques de cette science n'aient rendu leur construction possible. Dans la plupart des domaines, il lui arrivait de mentionner les progrès futurs alors que fréquemment son interlocuteur n'avait pas encore maîtrisé ceux d'hier. Ackeret, par la brillante éloquence de sa forte personnalité, a exercé une profonde influence sur tous ses élèves et collaborateurs qui se souviendront toujours avec reconnaissance de leur maître et ami.

En 1958, la «Zeitschrift für angewandte Mathematik und Physik» (ZAMP) a publié un volume commémoratif de la vie et de l'œuvre d'Ackeret, à l'occasion de son soixantième anniversaire. Cet ouvrage contient une bibliographie complète de ses écrits jusqu'en mars 1957. Cette bibliographie est complétée dans l'encadré ci-contre.

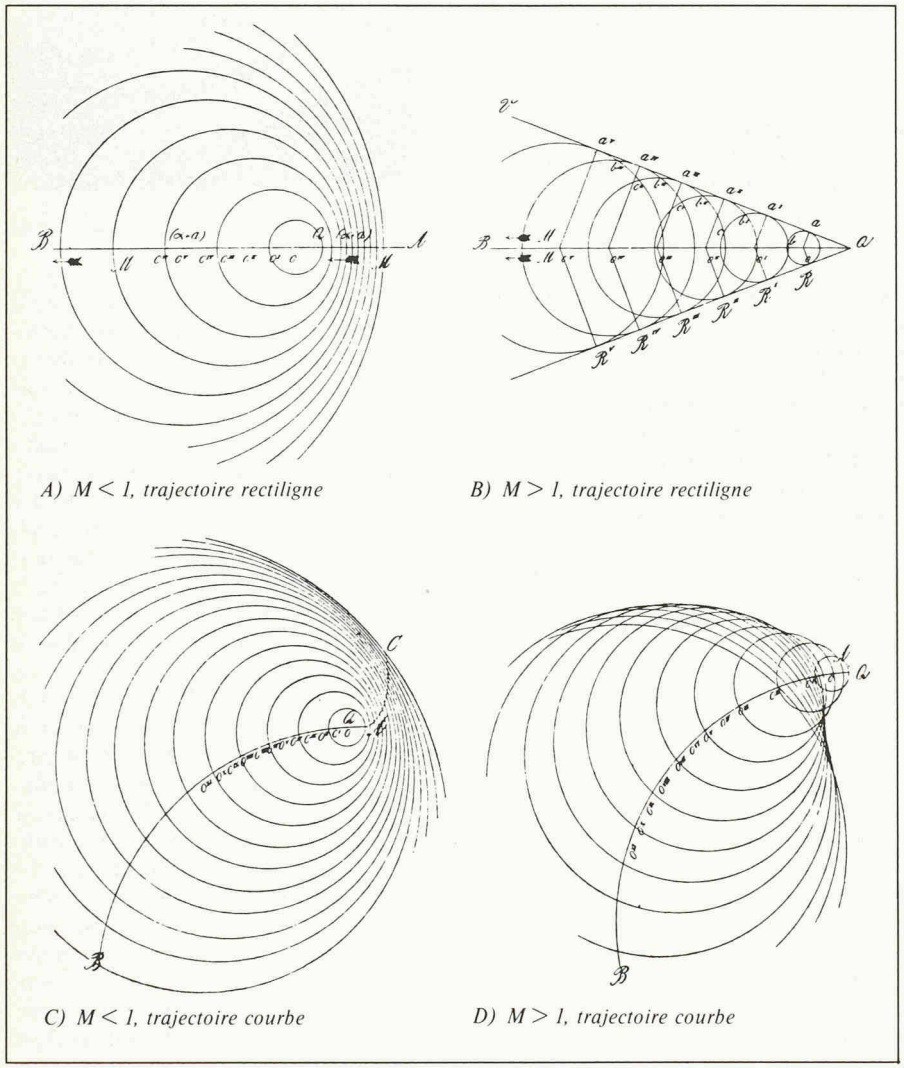

Fig. 2. — Figures originales de la contribution de Christian Doppler «Über den Einfluss der Bewegung des Fortpflanzungsmittels auf die Erscheinung der Aether-, Luft- und Wasserwellen». (Böhmische Ges. d. Wiss., V. Folge, Bd. 5, 1847.)

Ackeret: un esprit curieux de tout

La liste de ce qu'Ackeret a publié après l'âge de 60 ans témoigne de son intérêt soutenu pour tous les aspects de la science dans le monde de demain et d'après-demain.

«Grenzschichten in geraden und gekrümmten Diffusoren». IUTAM-Symposium Freiburg i. Br. Herausgeber: H. Görtler (Springer, Berlin, 1958)
«Über Reibung und Grenzschicht - Stabilität an rotierenden angeblasenen Zylindern». Z. angew. Math. Phys. 9a, 284-285, 1958
«A System of Rocket Propulsion Using Reactors and Gas Turbines». Proceedings of the IXth Int. Astronautical Congress Amsterdam, 1958 (Springer, Wien, 1959)
«Die Entwicklung des Entropiebegriffes». Schweiz. Bauzeitung, 77, 316-324, 1959
«Raumfahrt». Neujahrsblatt der Zürcher Naturforschenden Ges., Zürich, 1960
«Über Luftkissen-Fahrzeuge» (mit *H. Baumann*), Schweiz. Bauzeitung, 78, 137-141, 1960
«The Role of Entropy in the Aerospace Sciences». Daniel & Florence Guggenheim Memorial Lecture. J. Aerospace Sci., 28, 81-96, 1961
«Die Reichweite der Strahl-Verkehrsflugzeuge» (mit *Z. Plaskowski*). Schweiz. Bauzeitung, 81, 797-803, 1963
«Anwendung der Aerodynamik im Bauwesen». Achte Ludwig-Prandtl-Gedächtnis-Vorlesung. Z. Flugwiss., 13, 109-122, 1965
«Über die Verwendung sehr kleiner Modelle für Winddruck-Versuche». Schweiz. Bauzeitung, 84, 3-7, 1966
«Ernst Mach zum 50sten Geburtstag». Schweiz. Bauzeitung, 84, 140-141, 1966
«Aspects of International Flow». Fluid Mechanics of Internal Flow (Ed. G. Sovran), 1-26. (Elsevier, Amsterdam, 1967)
«Der Weg zum Überschall-Verkehrsflugzeug». Abschiedsvorlesung, gehalten am 10. Juni 1967 an der ETH Zürich. Bericht in der Neuen Zürcher Zeitung vom 19. Juli 1967, und in «Flugwehr und Technik» (von Z. Plaskowski), 29, 153-157 und 184-186 (Nr. 5 und 6), 1967
«Galileis Erklärungsversuch der Gezeiten». Orion 12, 83-84, 1967
«Zur Frage der Sicherheit in langen Strassentunneln». Neue Zürcher Zeitung, 8. Januar 1969
«Abwärmeprobleme der thermischen Kraftwerke». Neue Zürcher Zeitung, 13. April 1970
«Kohle als Alternative zum Uran?» Neue Zürcher Zeitung, 17. August 1977

Adresse de l'auteur:
Nikolaus Rott, professeur
Institut d'aérodynamique
Ecole polytechnique fédérale
8092 Zurich