

Henry Favre (1901-1966)

Autor(en): **Hager, Willi H. / Weibel, Jean-Pierre**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **118 (1992)**

Heft 10

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-77759>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Henry Favre (1901-1966)¹

Par Willi H. Hager,
Dr ès sc. techn.
Ing. civil dipl. EPFZ
Laboratoire
de recherches
hydrauliques,
hydrologiques et
glaciologiques (VAW)
Centre EPFZ,
8092 Zurich

Si, comme ingénieur, on jette un coup d'œil rétrospectif sur sa carrière, on constate qu'elle a été marquée voire partiellement tracée par la rencontre de quelques enseignants de qualité exceptionnelle. Ceux qui ont eu comme moi le privilège d'être étudiants sous la férule du professeur Henry Favre, à l'EPFZ, en auront conservé le sens de la rigueur scientifique, le refus de l'à-peu-près, la conscience de la responsabilité endossée par l'ingénieur.

Nous avons connu Henry Favre comme professeur de mécanique, l'article qui suit le fera découvrir à beaucoup d'entre nous comme un ingénieur de la pratique et comme un novateur doublé d'un chercheur de renommée internationale. Nous exprimons ici notre reconnaissance à l'auteur de cette importante contribution, à nos collègues de Schweizer Ingenieur und Architekt de l'autorisation de la reprendre ici, ainsi qu'à M. Yves Tournier, ingénieur civil EPFZ à Genève, qui en a assuré la traduction, et au professeur Renaud Favre, qui a bien voulu revoir l'article que nous consacrons ici à son père.

Jean-Pierre Weibel

Favre peut être considéré comme l'un des grands spécialistes de la mécanique de ce siècle. A la fois physicien et ingénieur civil, il a en effet contribué de façon déterminante au développement de la technique de la construction. L'article qui suit donne un aperçu de sa vie et de ses réalisations scientifiques, en particulier dans le domaine de l'hydraulique.

Henry Favre a joué un rôle extrêmement important dans trois domaines de la mécanique technique: pendant la première partie de sa vie, il s'est consacré à la photoélasticité et à l'hydraulique, puis aux corps élastiques, avant de revenir à la photoélasticité. Loin de s'en tenir à la seule recherche théorique, il s'est toujours comporté en ingénieur, l'intuition et la persévérance ayant empreint sa carrière scientifique de façon déterminante. Henry Favre, fils de Jules Favre et Aimée, née Loegel, a vu le jour le 10 juin 1901, à Genève. C'est là qu'il accomplit sa scolarité obligatoire et ses études au Collège Calvin. A 18 ans déjà, il quitte sa ville natale, sans attendre d'obtenir la maturité, pour se présenter à l'examen d'admission à l'EPFZ et gagner ainsi une année d'études. Mais malgré ce départ en Suisse alémanique, il restera fidèle à la Cité de Calvin toute sa vie. Il obtient le diplôme d'ingénieur civil en janvier 1924 et entame alors sa carrière professionnelle. Pour le déroulement ultérieur de celle-ci, il est intéressant de retenir ici que Favre a fait son travail de diplôme sur la

construction de ponts, chez le professeur Rohn. Dans le recueil paru à l'occasion du 65^e anniversaire de Favre (*Bulletin technique de la Suisse romande*, 1966), son camarade d'études et futur collègue Fritz Stüssi rappelle l'extrême soin avec lequel Favre exécutait les dessins illustrant ses travaux (les pierres du pont étaient dessinées une à une), soin qui reflète déjà les principales caractéristiques de sa future méthode de travail: conception générale généreuse et grand souci du détail.

Bien que s'étant vu offrir une place d'assistant par le professeur Rohn, Favre se sent attiré par la pratique. Il se familiarise avec la vie sur les chantiers en travaillant d'abord une année à Bâle dans le bureau d'ingénieurs Gruner, ensuite à Strasbourg dans l'entreprise de construction Züblin, qui l'envoie sur un chantier près de Lille. Cette expérience est si concluante qu'il est chargé par la suite de diriger d'importants travaux publics et portuaires à Paris et à Marseille.

C'est dans cette dernière ville qu'il fait la connaissance de sa femme Violette, née Sautter (1900-1987), originaire de Genève et de Paris. Il l'épouse en 1926. A cette époque, il se met à lire des ouvrages scientifiques qui traitent de la photoélasticité. Faisant chaque jour une heure de tram pour se rendre à son travail, il passe ce temps à approfondir ses études. Le sujet le passionne tellement qu'il met ses idées sur papier. En été 1927, il retourne en Suisse pour se consacrer



Fig. 1. – Henry Favre en février 1949

pleinement à sa passion – la photoélasticité. Par l'intermédiaire du professeur Rohn, ingénieur genevois qui préside depuis 1926 le Conseil des écoles polytechniques fédérales, Favre fait la connaissance du professeur Franz Tank, grand spécialiste de la physique expérimentale. Ce dernier a certainement été surpris par les connaissances qu'avait Favre en matière de photoélasticité. En tout état de cause, Favre défend déjà en mai 1929 sa thèse de doctorat, intitulée «Sur une nouvelle méthode optique de détermination des tensions intérieures» et participe peu après à l'installation de deux laboratoires de photoélasticité, l'un au Canada, l'autre en Argentine. Favre a en effet mis au point une méthode de mesure de la déformation fondée sur les différences absolues de chemin optique, et l'on peut dire que son travail a ouvert la voie à la future interférométrie holographique.

Carrière professionnelle

Quelques mois auparavant déjà, le professeur Rohn avait présenté Favre à une autre personnalité illustre: le professeur Eugen Meyer-Peter. En avril 1930, après de difficiles années passées à chercher des supports financiers, ce professeur de construction hydraulique voit son rêve – l'installation d'un laboratoire hydraulique – devenir réalité. Mais entre sa chai-

¹Traduction d'un article paru dans *Schweizer Ingenieur und Architekt* N° 38 du 19 septembre 1991.

re, où il est aidé d'un assistant, et «son» laboratoire à la Gloriamstrasse sur les hauteurs de Zurich, il y a tout un monde (Hagen, 1953). En plus de sa fonction d'enseignant, Meyer-Peter est responsable des activités de recherche et doit s'occuper des mandats. Avec Favre, c'est un homme alliant l'esprit analytique du physicien et le sens pratique de l'ingénieur civil qui entre au centre de recherche «high tech» de l'époque. Il complète on ne peut mieux Meyer-Peter, homme de pratique. Les idées que Favre avait formulées en 1922 déjà, notamment sur le transport de sédiments, le mouvement ondulatoire, les coups de bélier ou les courants souterrains, et qui ont été jusque-là uniquement représentées de manière simplifiée par des formules mathématiques, se laissent enfin reproduire concrètement, à l'aide de modèles expérimentaux. Les observations ainsi faites conduisent à des principes qui peuvent, par les lois des modèles, être appliqués aux phénomènes naturels.

Favre disait parfois qu'il n'était ni un grand mathématicien, ni un théoricien. C'était un ingénieur au sens large du terme, et cette qualité lui permettait d'appliquer de façon idéale les lois physiques aux problèmes qui se posent à l'ingénieur dans la pratique.

Au début des années trente, la situation économique en Suisse est critique. Favre est nommé directeur adjoint du Laboratoire de recherches hydrauliques en 1933 pour, semble-t-il, satisfaire à la fois ses exigences professionnelles et ses besoins financiers. C'est à partir de cette époque que la situation financière de la jeune famille Favre (Jean-Pierre, Nicole et Renaud sont nés respectivement le 23 mars 1928, le 10 avril 1931 et le 14 novembre 1934) se stabilise.

Le Laboratoire de recherches hydrauliques réunit encore d'autres personnages qui deviendront célèbres et qui ont sûrement été influencés par les idées de Favre. Il faut tout d'abord mentionner Charles Jaeger, qui obtient son doctorat en 1933. Sa «Théorie générale du coup de bélier» est révisée par Favre et plus tard également généralisée. En 1938, Favre se réfère-

ra aux travaux de son ami. Les deux hommes ont toujours été de bons amis, rapprochés par leur langue maternelle commune: le français. Malheureusement ils n'écriront jamais ensemble de travail sur le sujet qui les passionne tous deux, à savoir le coup de bélier. En 1938 Favre quitte le laboratoire, en 1948 Jaeger quitte la Suisse; leurs chemins ne se croiseront plus que rarement. Ce n'est qu'à l'occasion de la critique de la traduction anglaise de «Technische Hydraulik» (L'hydraulique technique) que Favre recommandera l'ouvrage principal de son ami (*Bulletin technique de la Suisse romande*, 1957). On ignore s'il s'entendait bien avec ses autres collègues de travail. Quoi qu'il en soit, il a publié plusieurs travaux en tant que coauteur, notamment avec Hans Einstein (1934), avec Müller (1935, 1936) et avec Braendlo (1937). A ces occasions, le nom de Meyer-Peter figure toujours en tête, ce qui aurait donné lieu à certaines tensions. C'est pourquoi Favre accepte volontiers la chaire de mécanique qui lui est offerte à l'EPFZ en 1938.

C'est encore Arthur Rohn, personnage clé, qui lui permet en 1938 de franchir cette nouvelle étape dans sa carrière professionnelle. Le président du Conseil des écoles polytechniques fédérales cherche en effet un successeur pour la chaire de mécanique. Or son collègue genevois est célèbre à la fois pour ses travaux en photoélasticité et en hydrodynamique; de plus, il se consacre alors entièrement à la théorie de l'élasticité. C'est ainsi que Favre reprend provisoirement le poste du professeur Meissner, pour assurer par la suite l'enseignement de la mécanique en français. En 1939, le professeur H. Ziegler, dont bien des étudiants en mécanique se souviennent encore, vient l'assister dans cette tâche. En 1940 déjà, Favre reprend également la direction du Laboratoire de photoélasticité.

Au début de sa carrière de professeur, Favre porte son attention à la théorie des corps élastiques. La plaque, élément de construction fondamental, est alors au centre des préoccupations. Il s'agit de déterminer comment elle réagit à la contrainte et dans

2
quelle mesure elle se déforme. Favre s'occupe aussi de problèmes de stabilité. Il accorde une attention toute particulière aux plaques avec surface médiane en forme de parallélogramme, étant donné que ce genre de plaques est souvent utilisé pour la construction de ponts. Plancherel (1955) présente une vue d'ensemble de l'enseignement de l'époque. Toutes ces études sont axées sur la résolution de problèmes techniques, tels qu'ils se posent à l'ingénieur. Favre, qui a reçu une formation d'ingénieur à l'EPFZ, restera ingénieur toute sa vie. Il ne poursuivra jamais d'objectif éloigné de la réalité, mais s'efforcera toujours d'aboutir à une application technique, en recherchant la meilleure solution expérimentale sur les plans économique et technique.

Favre voit loin et est en contact avec des organes officiels, ce qui lui vaut de nombreux postes au sein de commissions. C'est ainsi qu'il occupera pendant quatre années (1944-1948) le poste de chef du département de génie civil à l'EPFZ et mena à bien une réforme du plan d'études. En 1951, il sera nommé recteur de l'EPFZ et participera activement à la préparation du centenaire de l'École polytechnique qui sera célébré en 1955, sous la direction de son successeur. Il sera également président de l'Association suisse pour la navigation du Rhône au Rhin, membre fondateur de l'Association internationale de recherches hydrauliques (AIRH), membre du comité de l'Association internationale de mécanique théorique et de mécanique appliquée ainsi que vice-président, puis président honoraire du Groupement pour le développement de l'analyse de contraintes. Les efforts qu'il déploie dans la recherche scientifique seront vite récompensés. En 1946 déjà, Favre devient membre du comité du Congrès international de mécanique appliquée. Les Universités de Poitiers (1950), de Lausanne (1953) et de Liège (1965) le nomment docteur honoris causa. Mais ces années de travail acharné nuiront à sa santé. Au milieu des années cinquante, Favre sait déjà qu'il souffre d'un mal incurable.

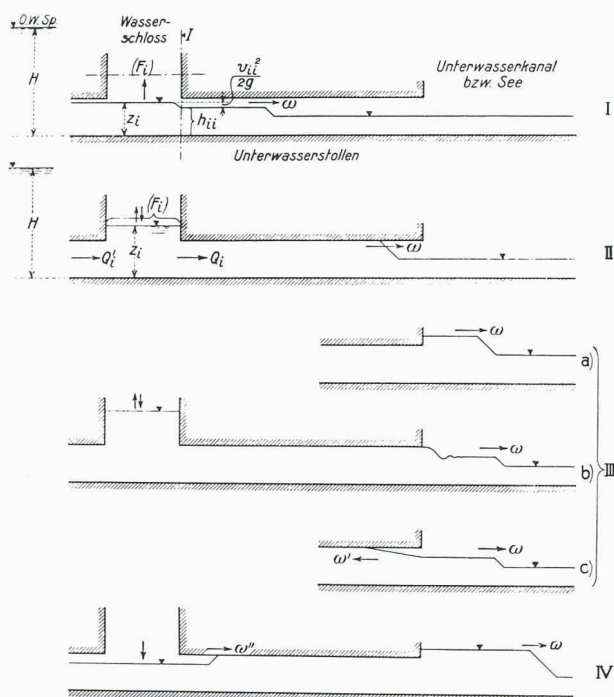


Fig. 2. — Représentation en quatre phases du mouvement de l'onde de translation (Meyer-Peter et Favre, 1932)

Sa maladie cardiaque ne l'empêche pas de profiter de ses dernières années. Pour s'adonner pleinement à sa passion — la mécanique — il doit renoncer à l'exercice de ses autres fonctions. Peut-être aura-t-il davantage de temps quand il aura pris sa retraite... La suite de cet article présente quelques-uns des travaux réalisés par Favre alors qu'il travaillait au Laboratoire de recherches hydrauliques, car ils ont encore une certaine influence sur l'hydraulique moderne. Ses réalisations dans le domaine de la mécanique de l'élasticité ne seront pas abordées ici.

Travaux effectués au Laboratoire de recherches hydrauliques

Le duo Meyer-Peter/Favre

Le Laboratoire de recherches hydrauliques entre en activité le 26 avril 1930 et pour effectuer sa première étude, son fondateur, le professeur Eugen Meyer-Peter, est assisté de deux collaborateurs de qualité. Il s'agit d'Henry Favre, qui vient d'obtenir le titre de docteur ès sciences techniques à l'Institut de physique, et de Jakob Ackeret, qui revient de Göttingue. Meyer-Peter, un ingénieur civil typique qui a une foule d'idées, une

endurance à toute épreuve ainsi que de la chance, est donc accompagné de deux chercheurs de premier ordre. Ceux-ci l'aideront à convertir ses idées en mécanismes physiques concrets. Leur premier mandat important concerne la mise au point de plans pour la centrale hydro-électrique de Wettingen, située sur la Limmat (Meyer-Peter *et al.*, 1930). Dans l'introduction, les auteurs déclarent qu'il est nécessaire d'informer le public, six mois après le début des travaux déjà, de l'importance des études en cours, même si les essais ne sont pas encore terminés.

Par la suite, Ackeret est nommé professeur extraordinaire (1931) puis professeur ordinaire (1934) d'aérodynamique de la section de mécanique, ce qui marque la fin du triumvirat.

Le deuxième mandat (Meyer-Peter et Favre, 1932) porte sur un sujet qui deviendra le thème favori de Favre, à savoir l'écoulement non stationnaire. Concrètement, il s'agit de remplacer une galerie d'aval découverte par une galerie dans laquelle peut se produire un écoulement à surface libre, provoqué par des ondes de translation, ainsi qu'un écoulement sous pression. Pour réduire les vibrations, une cheminée d'équilibre est installée entre les turbines et la sortie de la galerie (fig. 2). On reconnaît facilement la griffe du «physicien» Favre dans le raisonnement théorique. Partant de l'équation de continuité et du théorème de la quantité de mouvement, il obtient par déduction un système d'équations qui décrit l'ensemble du mouvement et qui est encore utilisé de nos jours sous forme différentielle. Seule la méthode de résolution a changé, avec le passage du «calcul à la main» de jadis à l'intégration numérique par ordinateur.

Par la suite, le duo Meyer-Peter/Favre — ce dernier étant devenu vice-président du Laboratoire de recherches hydrauliques en 1933 — publie une série d'études sur les courants variables en fonction du temps, notamment sur l'augmentation de la pression exercée sur les murs d'un barrage suite à des ondes de translation ou encore, sur les phénomènes de remplissage et de vidange dans les écluses (Meyer-Pe-

ter et Favre, 1933a). Le chronographe Amsler (Meyer-Peter et Favre, 1933b) est un instrument auxiliaire qui transcrit sur des bandes de papier les mouvements de surface transmis par courant électrique. Le cours inaugural que Favre donne en tant que privat-docent, et où il compare différents types d'ondes, constitue sa dernière publication sur les ondes de surface (1936). Dans cette étude, il commence par attirer l'attention sur le fait que les connaissances en physique se rapportent essentiellement à la propagation des ondes, mais qu'on ne sait pas grand-chose sur la formation de celles-ci. Il poursuit en abordant les théories ondulatoires de Gerstner, Stokes, Raleigh et Levi-Civita. Il est intéressant de noter que ces théories, qui s'appliquent à de petites ondes, tendent toutes quatre au même résultat; des mesures ont d'ailleurs remarquablement confirmé ce résultat en ce qui concerne la vitesse de propagation et la période de l'onde. Favre examine ensuite l'onde de profondeur réduite, avant de passer finalement aux théories ondulatoires selon Airy, Stokes et Struik. Il reviendra encore une fois aux ondes en relation avec la ressemblance mécanique, en traitant de l'analogie entre cinq phénomènes de mécanique au moyen de l'équation de l'onde classique (1944).

C'est avant tout l'étude de Meyer-Peter sur le charriage dont on se souvient encore aujourd'hui. En 1922 déjà, et plus particulièrement en 1925 lors de la présentation de «Wissenschaftliche und wirtschaftliche Bedeutung des wasserbaulichen Versuchs» (Portée scientifique et économique des recherches hydrauliques), l'attention a été attirée sur les lacunes qui existaient dans ce domaine. Des résultats concrets ont été obtenus aussitôt que des expériences en laboratoire ont pu être effectuées. Il semble que la mise au point d'un système de charriage ait fait l'objet d'une étude depuis 1932, mais on ignore dans quelle mesure Meyer-Peter, Favre et Einstein ont contribué à ce travail. A l'époque, Einstein travaille à sa thèse sur le charriage en tant que problème de probabilité («Geschiebetrieb als Wahrscheinlichkeitsproblem») qui sera



Fig. 3. — Henry Favre étudiant autour de 1920

publiée en 1936. Les objectifs de cette étude sont différents de ceux qu'expose le trio dans «Neuere Versuchsergebnisse über den Geschiebetrieb» (Nouveaux résultats d'expériences sur le charriage) (Meyer-Peter, Favre et Einstein, 1934). Müller (1908-1987) entre au Laboratoire de recherches hydrauliques en 1931, à l'âge de 23 ans. Il occupe le poste d'assistant de direction (Vischer, 1988), puis, dès 1934, participe de manière décisive, en tant que collaborateur scientifique, aux travaux sur le charriage. Il a sûrement réalisé une partie des expériences. L'influence de Favre a dû être grande, particulièrement en ce qui concerne l'interprétation des résultats.

Pourtant, le nom de Favre n'est plus évoqué en relation avec le charriage. Cela tient probablement au fait que Favre a cessé de se consacrer au

sujet après la publication du «Beitrag zur Berechnung der Geschiebeführung und der Normalprofilbreite von Gebirgsflüssen» (Contribution à la détermination du débit de charriage et de la largeur normale du profil des cours d'eau de montagne), étude qu'il a faite en collaboration avec Meyer-Peter et Müller (Meyer-Peter *et al.*, 1935). La formule générale de 1948 sur le charriage, qui porte le nom de Meyer-Peter et de Müller, est encore valable de nos jours.

Le travail de Meyer-Peter, Favre et Müller (1935) traite de la relation entre le profil en travers et le profil en long d'un cours d'eau de montagne dont le lit est constitué d'alluvions. Partant de l'idée qu'avec un charriage et un profil en long donnés, on obtient un profil en travers déterminé, les auteurs tentent de répondre aux deux questions suivantes: quel est le débit de charriage annuel d'un cours d'eau de montagne dans une situation d'équilibre? Comment faut-il modifier le profil en long pour que l'équilibre s'établisse? D'une manière plus générale, il s'agit donc de déterminer ce qu'il est convenu d'appeler la largeur normale du profil.

Meyer-Peter *et al.* (1935) commencent par constater que la formule

$$(1) \quad \frac{q^{2/3} J_e}{d} = a + b \frac{g_M^{2/3}}{d}$$

dérivée en 1934 pour une grosseur de grains standard, mais qui est malheureusement encore limitée à une taille donnée, peut également être appliquée à un ensemble de grains de diamètres différents, où $6 \text{ mm} < d < 40$

mm, si d_{35} est considéré comme le diamètre déterminant. q correspond au débit d'eau, g_M au débit de charriage par largeur unitaire, J_e au gradient d'énergie; a et b sont des constantes. Il a en outre été constaté que le charriage constitue un processus statistique, qu'Einstein examinera en détail en 1936.

Par la suite, la formule de Strickler est combinée avec l'équation (1) pour déterminer par tranches le débit d'eau et le débit de charriage. Selon le profil en travers retenu, les expressions obtenues sont néanmoins très compliquées. Pour calculer la largeur normale du profil, les auteurs ont introduit les notions de point fixe et de parcours modèle du cours d'eau, avant d'étudier le concept de profil normal. Ce travail qui date de 1935 constitue de ce fait les prémisses de la stabilisation des cours d'eau de montagne. Il fallait néanmoins définir plus exactement certains éléments, tâche qui n'est pas encore achevée aujourd'hui. Le professeur Meyer-Peter avait sans aucun doute l'intention, comme Favre l'indique explicitement (1935b), d'appliquer sans attendre les résultats au Rhin alpin, mais les mesures effectuées en laboratoire dépendaient de trop de paramètres spécifiques à un cours d'eau, tels que l'abrasion de la charge de fond, le coefficient de rugosité ou encore les affluents. Il a cependant été retenu qu'une correction des eaux ne peut réussir que si elle est réalisée sur de longues distances, avec un point fixe naturel qui se situe dans l'eau d'aval.

(A suivre)