Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 86 (1995)

Heft: 2

Artikel: 150 Jahre Hydraulik : weiterhin mit Pioniergeist in die Zukunft

Autor: Habegger, Christian

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-902418

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: 09.12.2025

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

Seit eineinhalb Jahrhunderten baut Escher Wyss hydraulische Anlagen. Die Entwicklung dieser Firma verlief in weiten Zügen parallel mit dem Bau der schweizerischen Elektrizitätswerke, dessen Verband 1995 sein 100jähriges Bestehen feiert. Die erste, 1844 nach Bauzen in Deutschland gelieferte Jonvalturbine leistete bei einem Durchmesser von vier Metern ganze 30 PS. Zum Produktjubiläum hier einige Fragen an Christian Habegger, Leiter von Sulzer Hydro.

150 Jahre Hydraulik: Weiterhin mit Pioniergeist in die Zukunft

Redaktion: Als Unternehmer müssen Sie sich hauptsächlich mit der Gegenwart auseinandersetzen und die nähere Zukunft planen. Hat das Jubiläum 150 Jahre Hydraulik für Sie denn überhaupt eine Bedeutung?

Christian Habegger: Wir bewegen uns in einem sehr dynamischen Umfeld und müssen deshalb nicht nur die nähere, sondern sogar die fernere Zukunft planen. Doch zu Ihrer Frage: Ja, das Jubiläum hat für uns eine Bedeutung. Ich habe grossen Respekt vor dem Pioniergeist unserer Vorfahren, die mit technischen Wagnissen bedeutende Bausteine legten. Ich bewundere ihren Mut, wie sie im Export schon früh zu neuen Ufern aufbrachen und sogar exotische Märkte erschlossen. Wie ein roter Faden zieht sich diese Aufgeschlossenheit durch die Geschichte der Hydraulik. Und in diese Kultur ordnet sich nahtlos zum Beispiel unser neuestes Produktionsverfahren für Peltonräder, der sogenannte MicroGuss, ein. Pioniergeist und die Bereitschaft zum Wandel sind also bei uns nach wie vor gefragte und erfolgversprechende Werte.

Bild 1 Löffelrad für eine Peltonturbine (1903; Bilder Sulzer-Escher Wyss)

Red.: Das Grundprinzip der Hydraulik hat sich in den 150 Jahren kaum gewandelt. Welches waren – kurz zusammengefasst – die wichtigsten Entwicklungsschritte?

Ha.: Physikalisch hat sich das Grundprinzip tatsächlich nicht gewandelt. Hingegen gibt es von der Technik her verschiedene Möglichkeiten, bei gegebenen Wassermengen und Fallhöhen jeweils ein Optimum an nutzbarer Energie zu gewinnen. Der erste Entwicklungsschritt war sicher einmal der vom Wasserrad zu den verschiedenen Turbinentypen. Entsprechend der jeweiligen Druckverhältnisse entstanden Pelton-, Francis-, Kaplan-, Rohrturbine, die Straflo-

Adresse der Autoren:
Markus Griesser, Redaktion «Sulzer Horizonte», 8401 Winterthur.

Christian Habegger, Direktor, Sulzer Hydro, Escher-Wyss-Platz, 8023 Zürich.

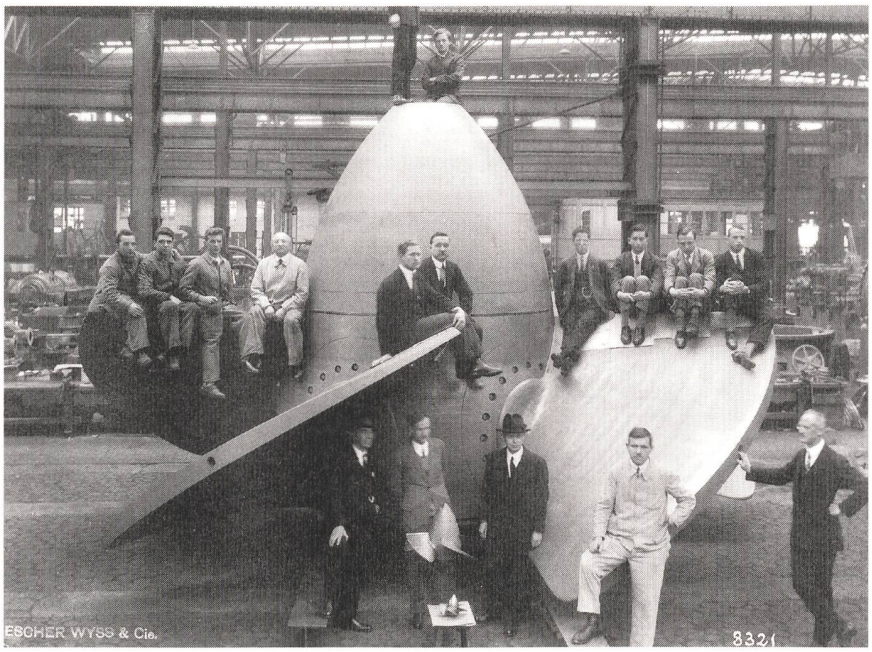


Bild 2 Dieses Kaplanlaufrad war für das Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt am Rhein bestimmt (um 1929)

maschine und die Pumpturbine für Speicherkraftwerke. All diese verschiedenen Maschinentypen passen sich möglichst günstig an die natürlichen Gegebenheiten an.

Weitere wesentliche Entwicklungschritte betrafen Leistungssteigerungen. Erzeugten die frühen Turbinen gerade einige Kilowatt, so sind wir heute im Francis-Bereich und bei den Peltonturbinen bei rund 450 MW pro Einheit angelangt. Es ist klar, dass für solche Anforderungen auch die Materialentwicklung enorme Fortschritte verzeichnen musste. Die verschiedenen Optimierungsprozesse haben zu einer ständigen Verbesserung des Wirkungsgrades geführt. Gewisse Turbinentypen sind bereits bei 95–96% Wirkungsgrad angelangt. Manche Fortschritte haben mit den eingesetzten Werkzeugen zu tun. Ich denke hier speziell an die Strömungsnumerik, mit deren Hilfe wir einzelne Maschinen sogar ohne Modellversuche optimieren können.

Red.: Auch mit den Strafloturbinen gelang in Ihrem Bereich offenbar ein grosser Wurf. Ist die Turbinentechnik noch weiter entwicklungsfähig? In welcher Richtung zielen die künftigen Entwicklungen?

Ha.: Wir haben schon in den dreissiger Jahren Straflomaschinen gebaut. Sie sind also nicht neu, doch weil sie mit dem im Aussenkranz angeordneten Generator sehr kompakt gebaut sind, eignen sie sich besonders gut für Umbauten, in denen an den Gebäulichkeiten keine Veränderungen vorgenommen werden dürfen. Laufenburg und Augst-Wyhlen waren mit solchen Auflagen versehen. Trotz dieser unbestrittenen Vorteile gelten die Straflomaschinen eher als Nischengeschäft. Nachteilig wirkt sich interessanterweise aus, dass wir die einzigen Anbieter solcher Maschinen sind. Da viele unserer Kunden öffentlich-rechtliche Unternehmen sind, müssen sie zwingend im Konkurrenzverfahren ihre Aufträge ausschreiben.

Künftige Entwicklungen zielen auch im Turbinenbereich klar auf weitere Kostensenkungen. Bei kleineren Maschinen streben wir mit unseren Compact-Hydro-Konzeptionen kostengünstige und attraktive Gesamtpakete für Turbine, Generator sowie elektrische und mechanische Ausrüstung an. Entwicklungsmässige Freiräume eröffnen sich auch noch in der Leittechnik. Hier ist die Umstellung auf digitalisierte Systeme voll im Gang. Wichtige Entwicklungen im Bereich von Schlüsseltechnologien laufen bei uns zum Beispiel in der Beschichtungstechnik. Es ist zudem unser grosses Bestreben, kundenattraktive Produkte und Dienstleistungen im Bereich des Life-cycle-Engineering zu lancieren. Gerade im Umbau alter Kraftwerke haben wir bedeutende Schritte gemacht.

Wie unsere Vorfahren versuchen wir generell, immer wieder Pionierarbeit zu leisten. Wir möchten mit Schlüssel- und Schrittmachertechnologien die Nase vorn haben.

Red.: In der Schweiz scheinen die Möglichkeiten für Neuanlagen vor allem aus politischen Gründen erschöpft. Wie steht es mit den Perspektiven für weitere Modernisierungen?

Am Anfang war das Wasserrad

Für Mühlen, Sägereien und kleinere Fabriken genügten vor 150 Jahren noch einfache Wasserräder. Doch vor allem die rasant aufstrebende Textilindustrie, die sich meist an Fliessgewässern ansiedelte, verlangte grössere Leistungen. In der vorelektrischen Zeit blieben die Turbinenleistungen nach heutigem Massstab dennoch bescheiden, obwohl die Technik schon früh den Bau kräftigerer Maschinen gestattet hätte. Grund: Die mechanischen Übertragungselemente (Riemen, Seile und Zahnräder) in den Fabriken vertrugen keine hohen Belastungen. Da die genutzten Gewässer in der Regel nur geringes Gefälle hatten, erreichten die frühen Turbinen des Typs Jonval trotzdem stattliche Dimensionen.

Erst mit der Elektrizitätsproduktion kamen Turbinen mit Leistungen von mehreren hundert bis mehreren tausend PS zum Einsatz. Bereits 1904 baute Escher Wyss für das Kraftwerk an den Niagara-Fällen drei Turbinen mit je 10 400 PS Leistung und setzte mit diesen Rekordmaschinen erstmals internationale Massstäbe. Bis heute folgten noch viele weitere Weltrekorde.

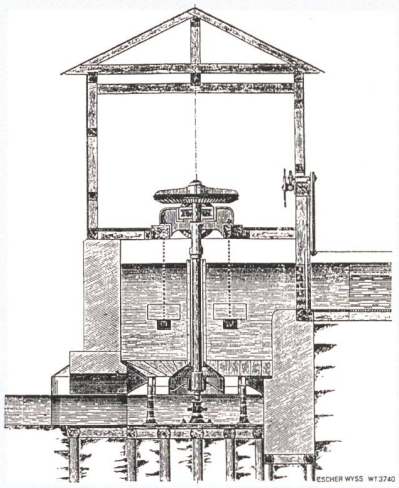


Bild 5 Dieses von Escher Wyss um 1850 gebaute Jonvalrad erzeugte 100 PS mechanisch nutzbare Leistung

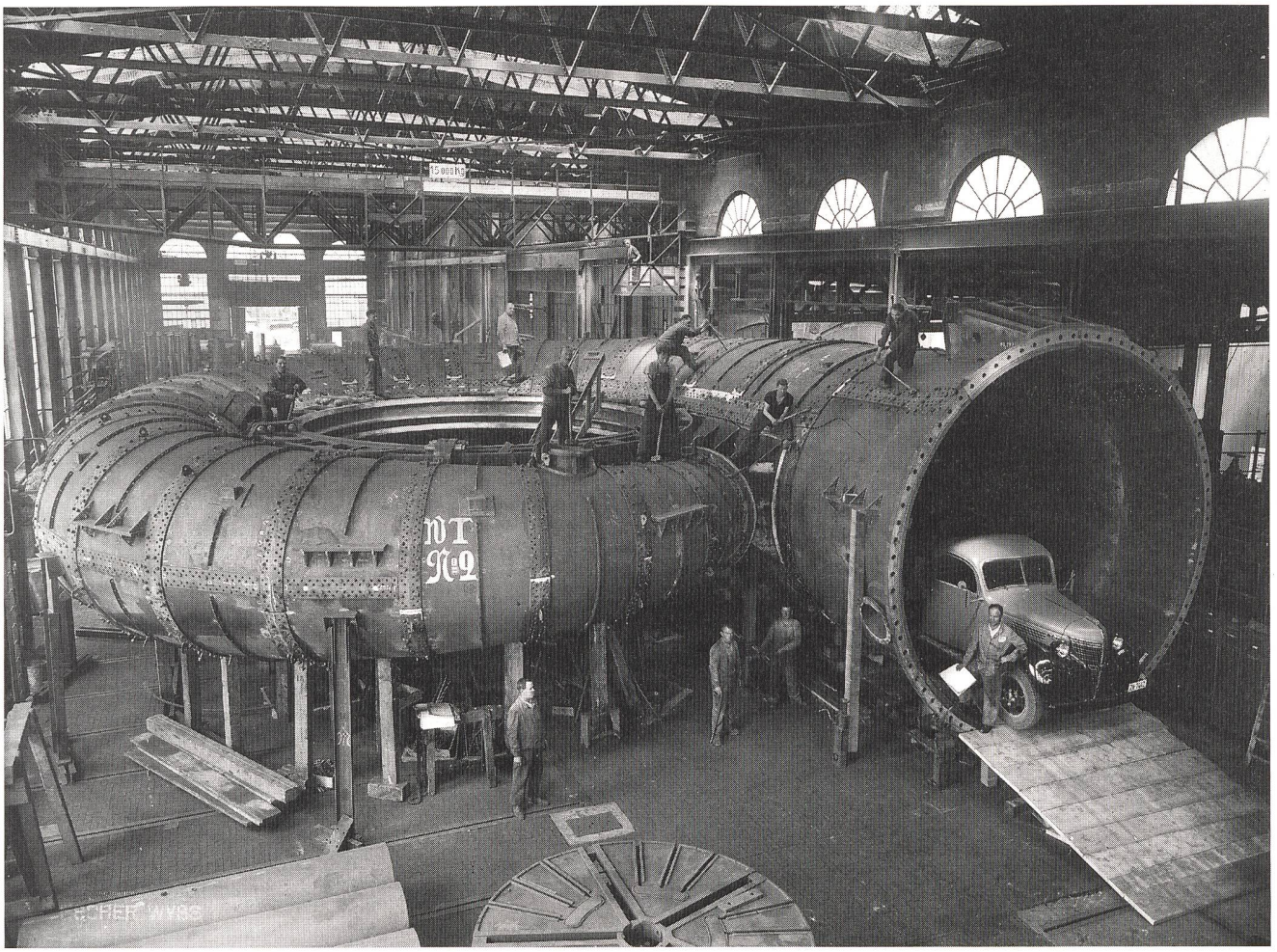


Bild 3 Diese leistungsstärkste Francisturbine baute Escher Wyss mitten im Zweiten Weltkrieg für das Kraftwerk Sungari (heute Feng Man) in China

Ha.: Mit dem seinerzeitigen Volksentscheid zur Nutzung der Restwassermengen ist zumindest politisch der Kurs vorgezeichnet. Rund 95% der wirtschaftlich nutzbaren Gewässer in der Schweiz sind erschlossen. Im Pumpspeicherbereich erleben wir allerdings gegenwärtig einen kleinen Boom: Das Werk Cleuson-Dixence wird mit drei grossen, etwa 420-MW-Maschinen aufgestockt, was etwa der Leistung eines Kernkraftwerkes entspricht. Ein zweites grosses Werk – Mauvoisin – kommt in diesem Jahr mit zwei etwa 300-MW-Peltonturbinen zur Ausschreibung. Aber auch im Niederdruckbereich sind einige interessante Projekte hängig.

Rege Aktivitäten beobachten wir momentan bei kleinen und kleinsten Anlagen, von denen es Hunderte gibt. Wir haben uns mit den Compact-Hydro-Konzepten auf diese Marktbelebung eingestellt.

Red.: Und im Ausland? Wo zeichnen sich weitere Marktchancen ab?

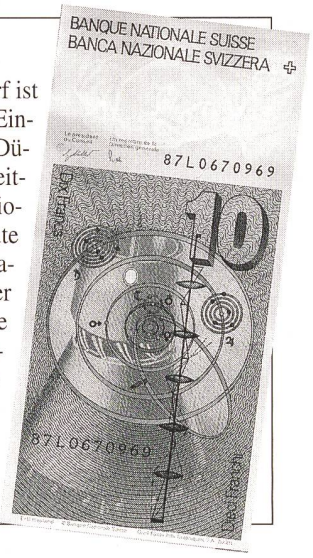
Ha.: Grössere Neuanlagen kommen vor allem im asiatischen Raum, in Indien, Indonesien und China, zur Ausschreibung. Besonders China verzeichnet ein stürmisches Wirtschaftswachstum mit entsprechendem Energiebedarf. In Europa und Nordamerika ist die Nutzung der Wasserkraft weit fortgeschritten. Eine gewisse Marktbelebung registrieren wir in Mittel- und Südamerika.

Red.: Sind die in der Schweiz gefertigten Anlagen und Anlageteile aber für diese Staaten nicht zu teuer?

Ha.: Doch, das ist so. Aus diesem Grund haben wir schon vor Jahren die Fertigungs-

Eine Pionierturbine im Portemonnaie

Die Schweizer Zehnernote erinnert an die Leistungen des Mathematikers *Leonhard Euler* (1707–1783), der interessante theoretische Grundlagen zur Astronomie, Optik und eben auch Hydraulik erarbeitet hat. Die Rückseite der Note zeigt deshalb in drei ineinander verwobenen Skizzen unser Sonnensystem, eine Linsenanordnung und eine Turbine. Letztere besteht aus einem festen Rohrzylinder mit gekrümmten Düsen, aus denen das Wasser in den beweglichen unteren Teil fliesst, diesen zum Rotieren bringt und unten durch weitere gekrümmte Düsen wieder abfliesst. Interessant an diesem Entwurf ist vor allem die Einführung der Düsen, die als Leitapparat funktionierten. Heute sind Leitapparate bei jeder Wasserturbine eine selbstverständliche Einrichtung.



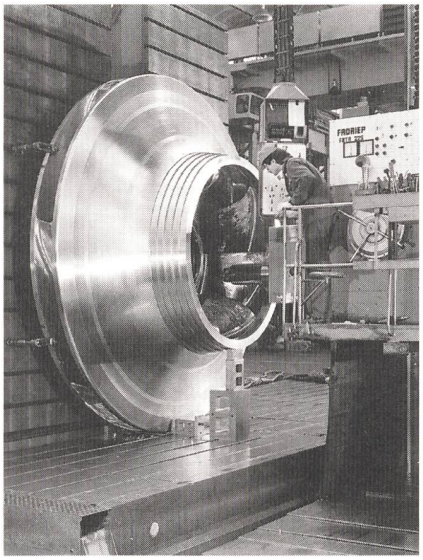


Bild 4 Moderne CNC-Maschine bei der Bearbeitung eines Pumpturbinen-Laufrades

tiefe gesenkt und beschränken uns heute weitgehend auf die technologisch anspruchsvollsten Komponenten, wie zum Beispiel Laufräder.

Red.: Sulzer-Escher Wyss ist gerade in den letzten Jahren kräftig geschrumpft. Ob man dereinst auch noch das 200-Jahr-Jubiläum wird feiern können?

Ha.: Sie haben recht. Wir haben in den letzten Jahren hauptsächlich im Fertigungsbereich stark reduziert, weniger stark im Engineering. – Nachdem wir ein Produktjubiläum haben, sehe ich Ihre Frage aber in einem grösseren Zusammenhang: Gibt es in 50 Jahren andere Energietechnologien, die so sicher, zuverlässig und wirtschaftlich sind wie die Wasserkraft? Selbst wenn dem so wäre, bin ich zuversichtlich, dass die Wasserkraft immer noch eine solide Daseinsberechtigung haben wird. Immerhin sind weltweit Milliardenbeträge in Wasserkraftanlagen investiert. 20% der Elektrizitätserzeugung wird weltweit mit Wasserkraft sichergestellt. Selbst wenn das Potential für Neuanlagen weiter schrumpfen sollte, werden so noch viele Erneuerungsprojekte zur Ausführung gelangen.

Interview: Markus Griesser

150 ans d'hydraulique

Escher Wyss construit des installations hydrauliques depuis un siècle et demi. L'évolution de cette entreprise est allée pour ainsi dire de pair avec la construction des centrales suisses d'électricité. Du point de vue de la physique, le principe des turbines hydrauliques est resté de tout temps inchangé; sur le plan technique par contre, il existe diverses possibilités permettant d'obtenir une quantité optimale d'énergie utilisable en fonction des quantités d'eau et des chutes. La première étape du développement a consisté à passer de la roue hydraulique aux divers types de turbines. Ainsi sont nées, en fonction des hauteurs de chute, les turbines Pelton, Francis, Kaplan, groupe bulbe, Straflo et pompe-turbine pour centrales à accumulation.

Avec des aubes, des augets et des pales: Francis, Pelton et Kaplan

Des «turbines» de tout genre existent depuis que l'homme a essayé d'utiliser la force hydraulique sous une forme ou une autre. Le mot «turbine» n'est apparu qu'au début du XIXe siècle. On était peu à peu arrivé à construire des roues pouvant supporter une pression plus élevée que celle des roues hydrauliques alors courantes.

Pour les turbines hydrauliques, trois types fondamentaux de roues sont utilisés dans le monde, à savoir les types «Francis», «Pelton» et «Kaplan». Ainsi que leur dénomination le laisse supposer à juste titre, les turbines portent le nom de leur «inventeur».

Francis

Le développement des turbines radiales s'est fait en plusieurs étapes. En 1838, un constructeur du nom de Samuel fait patenter à New York une turbine de ce type. Ayant repris en 1855 l'idée, l'Américain James Francis l'améliora et – surtout – la décrivit. Il pouvait, semble-t-il, mieux expliquer l'utilité de son produit. La turbine «Howd», que l'on a perfectionnée depuis ce moment-là, s'appelle toutefois toujours turbine «Francis».

Pelton

Des roues à alimentation tangentielle sont elles aussi utilisées depuis environ 1000 ans. Il existait en outre déjà au XIXe siècle toutes sortes de «turbines à cuillères». La première turbine à jet libre à action totale, plus précisément la turbine «Girard», est apparue en 1863. Dès 1877, l'Américain Lester Allen Pelton a commencé à développer sa roue à augets. Son tour de force a été de diviser les augets en deux parts symétriques (les deux godets), réussissant ainsi à porter le rendement à 75%, ce qui était alors considérable.

Kaplan

Les turbines à axe vertical, ou turbines à hélice (turbines à basse pression) ne sont pas une invention de l'Autrichien Viktor Kaplan. Son mérite a été d'améliorer minutieusement dès 1912 les constructions utilisées jusqu'alors (en les équipant d'auges directrices p. ex.) de manière à obtenir un rendement nettement meilleur. Il a repris la conception de base – avec moins de pales – d'une hélice de bateau dont il avait admiré le mouvement de rotation lors de son voyage de noce. Malgré sa longue recherche de perfectionnement, il n'a cependant pas réussi à résoudre un important problème qui est celui de la cavitation. Il s'agit de petites bulles d'air amenées par le courant le long de la surface de la pale qui, en implosant, corrodent la pale. Lorsqu'il fut appelé à l'aide pour résoudre le problème de cavitation d'une de ses premières grandes installations, il eut, en entendant les bruits de cavitation semblables à ceux d'une mitraillette, une attaque cardiaque dont il ne se remit jamais.

Le plus difficile: des constructions simples

Ce qui frappe, à propos des trois types de turbines décrits ici, est que plus la construction est simple, plus la période de mise au point est longue. La roue la plus compliquée – celle de Francis – est en même temps aussi la plus ancienne, et celle qui semble être la plus simple – celle de Kaplan – est la plus récente. Ces trois types de turbines ont, dès le début du XXe siècle, pris rapidement le dessus par rapport à leurs concurrentes. Ceci, en raison avant tout de leur rendement élevé, qui est actuellement supérieur à 90%.