



Le savoir-faire de l'ingénieur civil

Les ingénieurs aux sources de la modernité

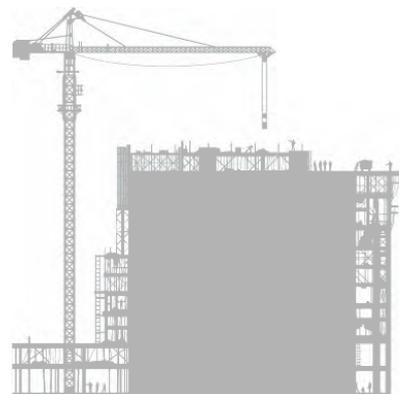
Sans les prestations des ingénieurs, femmes et hommes, notre vie actuelle serait impensable. Transports, approvisionnement, communications, ouvrages sûrs et confortables – derrière tout cela, il y a le savoir-faire d'un ingénieur.

Les ingénieures et ingénieurs civils sont bien plus que des as du calcul et d'habiles bâtisseurs. Ils conçoivent nos infrastructures en pondérant les facteurs techniques, environnementaux et économiques en jeu, et travaillent en étroite collaboration avec les architectes, les ingénieurs de l'environnement, les géomaticiens, mécaniciens et électriciens, mais aussi avec des économistes, des sociologues et d'autres experts.

Réalisée par le groupe professionnel Génie civil de la Société suisse des ingénieurs et des architectes SIA, la présente brochure illustre les services techniques et conceptuels dont la société est redevable aux ingénieurs. Résumant les origines de la profession, elle présente ses diversifications actuelles, les voies de formation existantes et les développements qui s'annoncent.

Ingénieur civil – un métier chargé d'histoire

Des réalisations techniques d'envergure apparaissent en Orient dès 4000 ans avant notre ère: urbanisme, génie hydraulique, bâtiment, construction navale et techniques militaires. Même si l'appellation «ingénieur» n'existait pas encore, il s'agit de manifestations précoces éclatantes de l'art du même nom. Pour désigner les techniciens chargés de résoudre des tâches complexes ou les responsables d'importants chantiers, l'Antiquité connaît deux familles de termes. D'une part l'architecte (du grec archi [mineral] et téktôn [maître d'oeuvre]), soit le contre-maître en chef. D'autre part, des dérivés des termes mécanique ou mécané, pour nommer les techniciens qui s'occupent de principes mécaniques ou d'outils. Quant au mot latin ingenium (esprit, intelligence aiguë), il sert dès le Moyen-Âge à désigner l'expert en machines



de guerre. L'ingenarius d'autrefois était donc à la fois bâtisseur de fortifications, de châteaux, de canaux ou de moulins et organisateur de manœuvres pour conquérir des ouvrages fortifiés.

Un premier projet d'académie d'ingénieurs est attesté dès 1580 à la cour madrilène de Philippe II. A Paris, la fondation de l'École d'Artillerie remonte à 1720, l'École des ponts et Chaussées à 1747 et l'École Polytechnique à 1794. Viennent ensuite les écoles polytechniques de Prague (1806), Vienne (1815) et Berlin (1821). En Suisse, l'École des ingénieurs de l'Université de Lausanne – qui deviendra l'EPFL – s'ouvre en 1853, suivie en 1855 par le Poly de Zurich – l'actuelle EPFZ. Et, le 24 janvier 1837 déjà, 39 maîtres d'œuvre et techniciens suisses alémaniques fondaient ce qui est aujourd'hui la Société suisse des ingénieurs et des architectes, la SIA.

Le triomphe des sciences de l'ingénieur civil

Vers 1850, les débats autour du réseau ferré à construire ont occupé l'opinion publique suisse comme les enjeux climatiques le font aujourd'hui. De l'ouverture d'une première ligne entre Zurich et Baden en 1848 (la Spanischbrötli-Bahn), à l'audacieux franchissement du Gothard en 1882, un pays encore largement rural a été remodelé par les ouvrages lancés à l'assaut de ses vallées, fleuves et sommets. L'art des ingénieurs civils a ainsi projeté la Suisse dans la modernité et – comme en témoigne «Die Eisenbahn» (le chemin de fer), titre que portait alors le journal de la SIA – leur savoir-faire incarnait la pointe du progrès technique.

Derrière les prouesses architecturales: encore des ingénieurs

La domination des sciences de l'ingénieur s'est d'abord poursuivie au 20^e siècle, jusqu'à ce que la fascination initiale pour les nouveautés techniques cède le pas à l'admiration portée aux stars de l'architecture moderne. Les prestations époustouflantes des ingénieurs en matière de transports, de communications, d'énergie et de sécurité ont peu à peu été vues comme allant de soi. Aujourd'hui comme hier, pourtant, aucun ouvrage n'est envisageable sans leur contribution.



Richard La Nicca
1794–1883

a étudié les sciences techniques à l'Université de Tübingen de 1816 à 1818. Après avoir collaboré à la construction de la route du San Bernardino et accompli une année d'études supplémentaire à Munich, il devint le premier ingénieur cantonal des Grisons en 1823. On lui doit les études et la réalisation de nombreux cols routiers et ensembles d'habitations et il figure parmi les fondateurs de la SIA en 1837. Dès 1840, il siège comme ingénieur au sein de la commission pour le canal de la Linth, et projette la première correction des eaux du Jura dans le Seeland bernois.



Carl Culmann
1821–1881

Premier professeur EPFZ en sciences de l'ingénieur, de 1855 à 1883, il a d'abord enseigné l'ensemble des branches principales de l'époque: construction de ponts, construction métallique, ferroviaire, routière et hydraulique. Auteur de travaux pionniers sur les charpentes, les arcs et la poussée des terres, la Suisse lui doit un concept de correction des torrents établi en 1864. Son œuvre maîtresse de 1866, «Die graphische Statik» a fait date dans le monde entier.



Maurice Koechlin
1865–1946

Alsacien, il s'est formé auprès de Culmann à l'EPFZ. Actif en France, il devint le collaborateur de Gustave Eiffel à titre d'ingénieur de projets dès 1879. Il a collaboré à de grands ouvrages ferroviaires et développé la structure porteuse de la Statue de la Liberté édiflée à New York par Auguste Bartholdi. En 1884, il a également esquissé et conçu la tour de 300 m de hauteur qui a ébloui les visiteurs de l'Exposition universelle de Paris en 1889.



Robert Maillard
1872–1940

Ingénieur diplômé EPFZ en 1894. Actif comme entrepreneur et ingénieur en Russie, il a ensuite réalisé des ponts d'une perfection technique et esthétique inégalée en Suisse. Les travaux de Maillard en ont fait un virtuose du béton armé, qui a aussi innové en construction industrielle avec ses «dalles champignons».



Othmar Ammann
1879–1965

Ingénieur diplômé EPFZ en 1902. Ingénieur civil aux USA dès 1904, il a participé à la construction de nombreux ponts métalliques. Il se profile en dirigeant les études pour le pont de Bayonne, ouvrage en arcs métalliques, puis le grand pont suspendu de Washington. Il est aussi connu pour son travail d'expertise sur le Golden Gate de San Francisco. Conçu par son bureau new-yorkais, le pont suspendu de Verrazano-Narrows (1964) marque le sommet de sa carrière.



Profession **ingénieur civil**

Un des attraits majeurs de la profession d'ingénieur est sa polyvalence. Aux connaissances de base en mathématiques, physique et géologie, les ingénieurs civils combinent les savoirs spécialisés de la construction (en béton et acier), de la géotechnique, des transports et des équipements hydrauliques. D'autres spécialisations font appel à des branches telles que la physique du bâtiment, l'hydraulique, l'hydrologie, la statique, les matériaux, la technique du bâtiment, l'économie d'entreprise ou encore le droit de la construction. Mise au service du talent conceptuel et de la créativité, cette maîtrise interdisciplinaire prend tout son sens.

Concevoir et réaliser des routes et des ponts, des tunnels, des stations d'épuration, des centrales énergétiques et des constructions industrielles constituent les tâches essentielles de l'ingénieur civil. S'y ajoutent des aménagements et ouvrages pour domestiquer les forces de la nature: paravalanches, ancrage de roches et protections contre les crues. Et si le bâtiment constitue a priori le domaine réservé des architectes, l'ingénieur civil n'y est pas moins indispensable pour la conception et le calcul initial des structures ou la mise en œuvre d'aspirations inédites.

Méthodes de travail

L'ingénieur aborde ses tâches de manière structurée et systématique. Il prend la mesure de situations complexes, en analyse les éléments, crée des modèles, puis propose une solution appropriée. Organiser le déroulement des processus de construction fait aussi partie de ses tâches. L'ingénieur civil est directement responsable de la sécurité de ses ouvrages. A sa compétence première en mathématiques et physique, s'ajoute la maîtrise de l'espace tridimensionnel et une bonne compréhension des réalités sociales, juridiques et économiques.

Des spécialistes rompus au dialogue

généraliste

Les activités classiques de l'ingénieur civil englobent la conception et l'étude de structures, le calcul des coûts de construction et d'exploitation des ouvrages, la vérification de leur compatibilité environnementale, jusqu'à leur réalisation concrète. Cela implique la collecte et l'évaluation d'offres, la conclusion de contrats, l'organisation de chantiers et la coordination des étapes de construction. L'ingénieur civil peut exercer son métier dans le cadre d'un bureau d'étude privé ou intégrer un service spécialisé fédéral, cantonal ou communal.

Spectre de spécialités

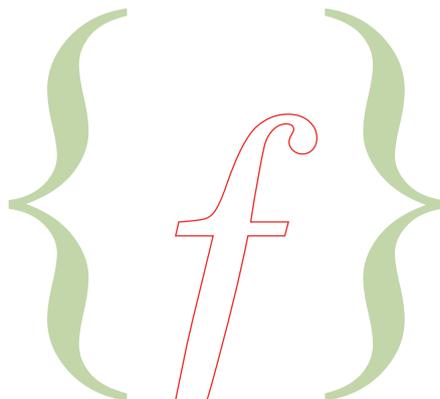
De l'architecture aux infrastructures, en passant par diverses spécialités, les activités de l'ingénieur civil touchent à une foule de domaines:

- Construction de logements
- Construction de tunnels
- Constructions ferroviaires
- Gestion des eaux urbaines
- Construction de halles
- Constructions routières
- Centrales énergétiques
- Construction de stades
- Construction de ponts
- Constructions hydrauliques



Les ingénieurs civils exercent une profession qui offre des contacts extrêmement variés – lors de la conception au bureau d'ouvrages construits tout comme sur le chantier.

Fonction et forme



Propriétaires ou simples utilisateurs, les gens considèrent aujourd'hui que la jouissance d'infrastructures fiables, efficaces, salubres et sécurisées va de soi. Les prestations des ingénieurs civils contribuent amplement à conforter ce principe. Or même dans les branches techniques, la manière dont une solution est élaborée n'est pas indifférente et de nombreuses options s'offrent aux concepteurs dans ce domaine.

Qu'il s'agisse de logements, d'immeubles commerciaux, d'installations industrielles, de voirie ou de fourniture d'eau et d'énergie, des ingénieurs civils sont à l'œuvre partout où l'on construit, exploite et entretient des ouvrages. Ils conçoivent et planifient des bâtiments solides, des transports performants, des équipements sûrs pour l'approvisionnement et le traitement de l'eau et des énergies. La vocation pratique de tels ouvrages n'excluent nullement la recherche d'une forme optimale, les ingénieurs civils élaborent des solutions en partenariat avec des architectes et d'autres spécialistes.

Impératifs de confort et d'esthétique

L'évolution de l'ingénierie civile a longtemps occulté les aspirations esthétiques des an-

ciens maîtres d'œuvre pour se concentrer sur les enjeux abstraits du calcul structural. Le développement des connaissances scientifiques en matière de statique et de théorie de la résistance des matériaux a permis des formes de plus en plus dépouillées et un dimensionnement minimal des structures porteuses. Cela étant, les possibilités qu'offre la construction moderne et les solutions proposées par les ingénieurs ne sont pas uniquement le fruit de calculs de précision. Les ingénieurs civils jouent un rôle essentiel dans la mise au point de solutions également convaincantes sur le plan formel et architectural, car ils doivent établir une synthèse entre une configuration librement projetée et les résultats livrés par le calcul lorsqu'ils dimensionnent une structure. L'ingénieur civil Fritz

Leonhart parlait en l'occurrence d'une «obligation envers le bien-être et la beauté»¹. Notre vie est en effet modelée par la technique et notre environnement bâti a une profonde influence sur nos conditions d'existence. La qualité esthétique des ouvrages conçus et réalisés par les ingénieurs est donc tout sauf indifférente.

Les ingénieurs civils sont des concepteurs

«La beauté a ses propres lois, qui ne s'intègrent pas d'elles-mêmes, mais peuvent être accordées à la solution techniquement appropriée. Cela étant, l'harmonie entre forme et bâti n'est atteinte que lorsque des êtres doués de sens artistique appliquent sciemment les règles de l'esthétique.»² Les ingénieurs civils abordent la plastique de leurs œuvres avec autant de sérieux que leur statique. Leur travail consiste d'abord à trouver une solution structurale logique, qui remplisse la fonction à laquelle elle est destinée. Mais pour le bâtisseur, les calculs ne suffisent pas à déterminer une forme, ils ne représentent qu'une base. «... la créativité est nécessaire, non seulement pour des questions formelles, mais aussi pour des aspects purement techniques: dans les procédés, les matériaux, les systèmes statiques ... Cette créativité fait la différence entre ceux qui se contentent de calculer et les véritables ingénieurs.»³

Des œuvres modelées par la maîtrise technique

Les ingénieurs civils peuvent s'inspirer d'une tradition bâtie dont les racines remontent loin dans le temps. Dans le meilleur des cas, ils font preuve d'une sensibilité affûtée pour les enjeux sociaux, économiques et politiques de leurs travaux, apportant soin, expertise et souci du long terme à des tâches qu'ils abordent dans une perspective élargie. Au sein d'équipes de projet, leur maîtrise technique enrichit souvent l'approche plus conceptuelle des architectes, si bien qu'une structure porteuse élégamment conçue peut être à l'origine d'une proposition architecturale où forme et fonction se fondent idéalement en un tout. Ce qui est vrai pour le bâtiment, l'est aussi pour des ouvrages routiers ou en souterrain. De 1963 à 1984, les ingénieurs civils ont par exemple conçu le tracé et tous les ouvrages d'art des autoroutes tessinoises avec l'architecte Rino Tami. De même, le tronçon de la Transjurane entre Delémont et Porrentruy a bénéficié de la collaboration de Flora Ruchat-Roncati et de Renato Salvi. Un travail exemplaire a ainsi été réalisé dans des contextes montagneux, où la construction d'une autoroute représente une intervention majeure sur le paysage.

L'art de bâtir des ingénieurs

Qu'il s'agisse d'équipements de transport, d'infrastructures ou d'approvisionnement en énergie, les œuvres des ingénieurs sont omniprésentes dans notre environnement. Assumant pleinement les responsabilités qui en découlent, ils accordent autant d'importance aux qualités formelles de leurs réalisations qu'à leur efficacité technique et fonctionnelle. Une recherche qui se base toujours sur le travail en équipe – avec des architectes et d'autres spécialistes – sans oublier les maîtres de l'ouvrage, tout aussi concernés par l'élaboration de solutions durablement convaincantes. Les œuvres des ingénieurs civils sont ainsi étroitement liées à notre vie quotidienne, même si nous n'en sommes généralement guère conscients.

¹ Der Bauingenieur und seine Aufgaben. Leonhardt F., Stuttgart 1981

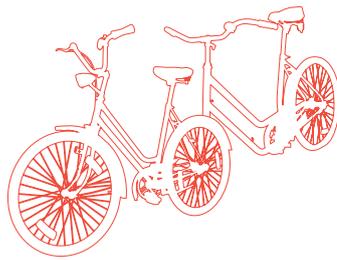
² Préface de Fritz Leonhart à l'ouvrage de Günther Günshel, Grosse Konstrukteure, Berlin, 1966

³ Jürg Konzett, entretien avec Judit Solt, dans TRACÉS No 19, 2008 (traduction française: Anna Hohler)



Installations de ventilation Mont Terri Nord près de Saint-Ursanne (Canton du Jura).

Efficacité en duo



La construction est par essence un travail d'équipe, car la mise en œuvre d'une proposition architecturale implique nécessairement une solution technique appropriée. Chaque transposition technique d'ouvrages construits nécessite une planification circonspecte pour arriver à des solutions utilisables, respectant l'environnement et le budget dans des temps raisonnables. Les maîtres de l'ouvrage se tournent vers les professionnels de l'architecture et de l'ingénierie pour élaborer avec eux la réponse adéquate à leurs besoins.

Comme concepteurs et responsables de chantier ou de projet, les ingénieurs civils sont au premier chef concernés par la fiabilité technique, la rentabilité et la durabilité des ouvrages ou installations qu'ils réalisent. Pour assumer leur mission, ils travaillent en étroite collaboration avec des architectes, des géologues, des économistes, des gestionnaires immobiliers, des juristes, des ingénieurs en écologie, en géomatique, en technique du bâtiment, en mécanique ou en électricité.

Des partenaires d'égale valeur

L'étude et la réalisation d'ouvrages doivent remplir une multitude d'exigences et répon-

dre à des intérêts divers. Dans le bâtiment, ce sont les architectes qui sont chargés d'élaborer les réponses formelles au programme défini et d'en articuler les éléments. Mais le travail en équipe est indispensable pour mener à bien les études en vue de l'exécution.

L'ingénieur civil est en effet nécessairement impliqué dans la matérialisation technique, spatiale et conceptuelle du projet. Idéalement, un dialogue s'instaure à un stade précoce de la conception entre l'architecte, à la recherche de solutions probantes, et l'ingénieur, soucieux du choix des matériaux, des options statiques et de la précision de l'exécution.

Dans ce cas, l'ingénieur civil ne se borne pas à fournir des calculs dans les domaines qui lui sont traditionnellement réservés, mais participe à la conception et à la coordination du projet dans son ensemble: de l'élaboration du concept de base à la planification détaillée, jusqu'aux appels d'offres et à la réalisation sur le chantier. Architecte et ingénieur sont alors engagés à part égale dans la réussite de l'ouvrage.

Pour les ouvrages du génie civil – soit les routes et voiries, le terrassement et les travaux souterrains, les tunnels, les aménagements hydrauliques, les canalisations et les ponts – ce sont principalement les ingénieurs qui endossent la direction des projets. Leur responsabilité s'étend à l'ensemble de la construction, de la conception à l'exécution, en passant par les études. Le cas échéant, des concepteurs spécialisés sont appelés en renfort – architectes, designers éclairagistes et paysagistes – ou encore, pour résoudre des questions techniques pointues, des experts en géologie, protection de l'environnement, ingénierie forestière, biologie, transports, sécurité sismique ou hydrologie.

Un travail d'équipe

Un groupe d'étude fonctionne de manière optimale lorsque sa structure est d'emblée clairement définie. Plutôt que d'associer des individualités, les équipes à l'œuvre dans le domaine de la construction rassemblent le plus souvent des groupes de travail assumant chacun des tâches précises pour fournir des prestations ciblées. Il importe dès lors de réunir des gens issus des disciplines les plus

diverses qui adhèrent à l'objectif commun de trouver la réponse optimale à une tâche complexe. Dans le cadre d'un projet explicitement articulé, l'équipe obtiendra les résultats désirés si les compétences ainsi réunies sont soutenues par des qualités humaines propices aux échanges. En bref, l'alchimie entre les intervenants doit jouer, afin que tous tendent vers le même but. L'essentiel est en effet que l'information circule sans accroc, en temps opportun et de manière fiable à tous les échelons: de haut en bas, de bas en haut et par-dessus les clivages hiérarchiques et disciplinaires.

La coordination interdisciplinaire

Une large expertise et des prestations au-dessus de tout soupçon sont requises des ingénieurs civils et de leurs homologues spécialisés. L'aptitude à faire valoir ces qualités fondamentales dans l'étude, la planification et la réalisation d'ouvrages est aussi liée à l'expérience professionnelle accumulée au fil du temps. Un ouvrage n'est véritablement achevé que s'il est capable de remplir l'ensemble de ses fonctions durant de très nombreuses années. Et comme les constructions doivent sans cesse pouvoir être adaptées à de nouvelles exigences, il est souvent opportun de prévoir et d'élaborer un concept d'exploitation, éventuellement assorti de variantes, dès la phase d'exécution. Cela implique une documentation technique exhaustive, qui profitera également aux générations futures. Pour les ouvrages du génie civil en particulier, c'est aussi aux ingénieurs du même nom que cette tâche incombe, car ils en maîtrisent toutes les fonctions générales et conservent la vue d'ensemble.

Pour arriver à des solutions utilisables, respectant l'environnement et le budget dans des temps raisonnables, une planification circonspecte et une collaboration coordonnée lors de la réalisation sont des conditions impératives.





Qualité des ouvrages bâtis

Une approche créative et la recherche de solutions hors des sentiers battus, mais aussi les erreurs ou les impasses, sont souvent des facteurs préalables à la construction d'un ouvrage de qualité. Dans la mesure où leur travail modèle l'avenir, les ingénieurs civils assument de lourdes responsabilités qui les obligent à examiner systématiquement la portée éthique de leurs choix. Cela s'applique en particulier à la qualité et à la durabilité de leurs œuvres.

Comment bâtir un ouvrage à la fois conforme aux besoins présents et susceptible d'adaptations futures? Que faut-il prévoir pour que l'entretien du patrimoine bâti ne se mue pas en charge injustifiable pour les générations à venir? C'est le genre de questions auxquelles ingénieurs civils et architectes sont appelés à répondre. Et dans le cas de grands projets portés par les pouvoirs publics, leurs propositions revêtent une importance sociale et politique cruciale.

Des décisions pour le long terme

La maintenance des ouvrages implique essentiellement des structures porteuses durables – une spécialité classique des ingé-

nieurs civils. Par ailleurs, la substance bâtie existante et les ouvrages encore à construire ne représentent pas seulement une valeur pécuniaire élevée: ils constituent des éléments qui déterminent largement les conditions de vie dans un pays aussi densément bâti que la Suisse. Outre qu'ils doivent au minimum offrir un aspect convenable, on attend surtout de ces ouvrages qu'ils soient sûrs et durables, qu'ils supportent les effets du climat, de la neige et du vent et qu'ils soient en mesure de résister à un séisme. Ils doivent donc répondre à de hautes exigences en matière d'énergie et de physique appliquée à la construction, tout en conservant leur aptitude permanente au service.

Garantir la qualité des prestations d'ingénierie

Propriétaires et utilisateurs veulent des constructions fiables et solides. Entrées en vigueur dès 2003, les nouvelles normes de la SIA sur les structures porteuses (normes SIA 260 à 267) définissent toutes les exigences qui s'appliquent aux ouvrages en matière de durabilité, d'aptitude au service et de sécurité structurale.¹ La notion de sécurité structurale définit les conditions de stabilité générale qu'un ouvrage et ses éléments doivent remplir et à quelles sollicitations potentielles ils doivent résister. L'aptitude au service concerne la fonction, l'aspect et le confort d'utilisation d'une construction. Quant à la durabilité requise, elle découle de l'exploitation prévue et des exigences résultant des deux autres notions. Les mesures indispensables à la maintenance des ouvrages sont également consignées dans une norme² dont les dispositions concernent le maintien de la sécurité des ouvrages, de leur valeur culturelle et économique, de même que de leur aptitude au service.

Prendre ses responsabilités

Par le biais de leurs prestations, les ingénieurs ont un impact profond sur l'environnement et

les contextes dans lesquels ils interviennent. Le manuel «Bauen in der Schweiz»³ inclut le code éthique auquel ils sont tenus de se conformer. Aux principes fondamentaux de l'exercice loyal et responsable de la profession, s'ajoutent les règles à observer sur le plan social, économique et écologique, afin que l'intérêt général et le respect de l'environnement soient pris en compte au même titre que les aspects matériels et financiers de leurs travaux.

En créant des œuvres inaliénables, les ingénieurs civils confèrent un pouvoir identitaire aux lieux qu'ils aménagent. Entremetteurs, créateurs et bâtisseurs par excellence, ils façonnent l'environnement constructible et le patrimoine existant. Intégrant le long terme et abordant leurs tâches dans une perspective globale, ils produisent des valeurs pérennes au bénéfice de l'ensemble de la société.

¹ Cf. Prof. Dr. Peter Marti, dossier TEC21 (du 22 juillet 2003) sur les Swisscodes (normes SIA 260 à 267 sur les structures porteuses)

² La norme SIA 469 «Conservation des ouvrages»

³ Bauen in der Schweiz – Handbuch für Architekten und Ingenieure, von Büren C., / Campi A., (en collaboration avec la SIA), Birkhäuser, Bâle, 2005, chapitre 2 «Berufsethik» (auteur: Fridolin Stähli)

⁴ Cf. recommandation SIA 112 / 1 Construction durable – Bâtiment 2005



Réaffectation des Salines de Bex
Projet: Kurmann & Cretton, Ingénieurs, Monthey, et Eligio Novello, Architecte, Vevey.



Chapelle de la Communauté des Diaconesses de Saint-Loup à Pompables (Vaud). Ingénieurs Yves Weinand et Hani Buri (IBOIS EPF Lausanne). Projet: Localarchitecture (Danilo Mondana), Lausanne.

Projet pour la 9^{ème} édition de la Serpentine Gallery Pavilion à Londres. Le responsable et l'accompagnateur de l'ensemble du concept (statique de vérification Ove Arup, Londres) est l'ingénieur civil Martin Joos (Nüssli AG, Hüttwilen).

Remblai du lac d'Uri, équipe de planificateurs interdisciplinaires.

Pont du Sunniberg pour le contournement de Klosters de l'ingénieur civil Christian Menn.

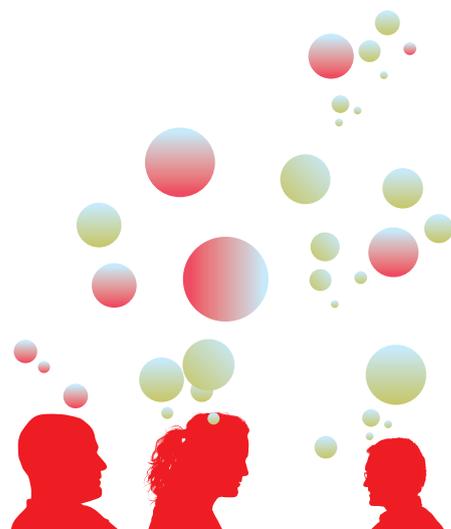
Les chemins possibles de la formation

Les ingénieurs civils pratiquent un métier à haut potentiel créatif et les voies qui y conduisent sont multiples. Une fois leurs études achevées, les ingénieurs civils ont le choix entre divers domaines d'activité et un grand nombre de spécialisations complémentaires, qu'ils travaillent dans un bureau d'étude ou une entreprise, dans l'industrie, dans l'administration ou, encore, la recherche.

Les ingénieurs civils travaillent par projets et souvent en équipe. Leur activité s'exerce au sein de bureaux d'étude et sur les chantiers. Les capacités requises pour obtenir le diplôme et pratiquer le métier avec succès englobent l'esprit de synthèse, le goût de la technique, l'attrait pour le travail dans un cadre interdisciplinaire, ainsi qu'une bonne faculté de représentation tridimensionnelle. Les ingénieurs civils sont avant tout des solutionneurs de problèmes complexes, et ils sont nombreux à occuper des postes de direction à hautes responsabilités, où les compétences sociales comptent autant que l'expérience professionnelle.

La formation

Différentes voies existent pour entreprendre des études d'ingénieur civil. Le cursus traditionnel implique l'obtention de la maturité fédérale, suivie de l'entrée à l'EPF Lausanne ou Zurich. Une autre option passe par une formation initiale pratique: après l'apprentissage d'un métier correspondant (dessinateur en bâtiment, par exemple) et à condition de remplir les exigences requises, il est possible de s'inscrire dans une Haute école spécialisée. De nombreuses institutions portent ce label dans toute la Suisse (www.kfh.ch). Il est également possible de poursuivre la





Les études d'ingénierie civile sont variées et ouvrent de bonnes perspectives professionnelles.

formation après la filière professionnelle HES en passant à une Haute école universitaire. Les deux voies de formation évoquées préparent largement à l'exercice de la profession. Les Hautes écoles universitaires dispensent une formation académique classique, tandis que les Hautes écoles spécialisées sont par tradition davantage liées à la pratique. L'activité exercée une fois le diplôme obtenu – études et planification, organisation, suivi de chantier – dépend des choix de carrière. Les études d'ingénieur civil sont articulées selon le système international bachelor-master (www.master.epfl.ch). Le diplôme de bachelor est délivré au bout de six semestres d'études, après quoi les candidats peuvent poursuivre leur formation pour l'obtention du master. Équivalant à l'ancien diplôme d'ingénieur, le titre qui couronne aujourd'hui l'obtention du master à l'EPF s'intitule «Master of Science EPFL en génie civil».

Bachelor

Le programme du bachelor dispense de solides connaissances théoriques fondamentales. Cela inclut les savoirs mathématiques et scientifiques de base, l'informatique, la mécanique et la géologie. Les fondements spécifiques aux métiers d'ingénieurs sont également abordés: ingénierie des systèmes, économie d'entreprise et méthodes de mesures. Avec l'approfondissement des connaissances en physique, hydraulique, hydrologie, statique et science des matériaux, ainsi que dans les branches bâtiment, géotechnique, transports, aménagements hydrauliques et

méthodes de construction, cette étape des études s'achève par un projet de bachelor.

Master

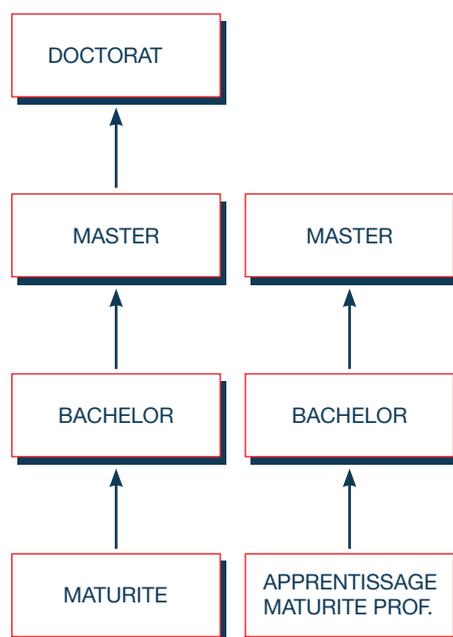
Le programme du master en génie civil est destiné à approfondir diverses options disciplinaires. Géotechnique, infrastructure et environnement, ingénierie structurale, hydraulique et énergie, transport et mobilité ou géomatique figurent par exemple au programme de l'EPFL. Des options libres complémentaires permettent d'élargir encore la formation ou de pousser davantage une spécialité. Les études se terminent par un projet de master.

Doctorat

Une fois le diplôme de master obtenu, il est possible de préparer un doctorat. Le candidat acquiert des connaissances approfondies dans un domaine spécialisé, tout en développant des contacts précieux avec des chercheurs, des praticiens et d'éventuels employeurs.

Perfectionnement professionnel

Comme dans tous les domaines, de nouvelles connaissances techniques viennent sans cesse réaménager les savoirs acquis. La formation continue est donc indispensable au maintien de la compétence professionnelle. Les programmes de perfectionnement sont en l'occurrence essentiels – études, cours et séminaires postgrades – sans oublier les connaissances accumulées dans la pratique. Enfin, les expériences de travail à l'étranger, souvent couplées à l'approfondissement de langues étrangères, prennent une importance croissante.

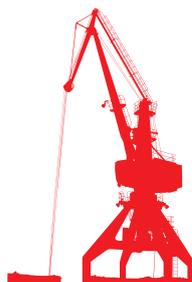


Les deux voies de formation de l'ingénieur civil sont en principe perméables.

Carrière universitaire:
EPF Zurich ou Lausanne.

Carrière mettant l'accent
sur la pratique:
Hautes écoles spécialisées
(www.kfh.ch).

Donner corps à des idées



Les ingénieurs civils sont des réalisateurs. Il leur arrive aussi de se montrer visionnaires. Et même si elle ne s'avère pas réalisable, une idée grandiose peut, le cas échéant, être porteuse d'innovations. D'autres interventions sont, au contraire, préparées en toute discrétion, avant de déployer des effets d'autant plus novateurs et utiles à long terme.

Le réseau ferroviaire, les autoroutes, les équipements de communication modernes ou la fourniture d'énergie relèvent tous de prestations supervisées par des ingénieurs civils. Si elles semblent aujourd'hui aller de soi, ces commodités paraissaient inouïes il n'y a pas si longtemps encore. A l'inverse, nombre d'idées techniques a priori séduisantes, ne se justifient finalement que dans des conditions particulières. Mais rien ne saurait arrêter les ingénieurs dans leur volonté de pousser les développements. Ne serait-ce que face aux problèmes environnementaux qui s'accumulent, la recherche d'alternatives est en effet devenue une priorité.

Tunnels hélicoïdaux plutôt que crémaillère

Au milieu du 19^e siècle, le mécanicien et ingénieur Niklaus Riggenschach eut l'idée de la traction à crémaillère pour les voies ferrées à forte pente. Celle-ci n'ayant pas été jugée digne d'un brevet en Suisse, elle l'obtiendra finalement en France en 1863, avant d'être appliquée à la construction du chemin de fer du Rigi de 1869 à 1871. Premier tronçon de montagne à voir le jour en Europe, cette réalisation connut un succès sans précédent. D'où sans doute le projet de franchissement des Alpes grâce à une voie à crémaillère, que Riggenschach soumit au Conseil fédéral vers la fin des années 1860 avec le soutien de la SIA, afin de pallier les doutes liés aux options en tunnel. En 1882 pourtant, les premiers trains traversent le Gothard sur la voie imaginée par Louis Favre avec ses tunnels de rebrousse-

ment, toujours en activité aujourd'hui. Et l'on assiste actuellement à la mise en œuvre de l'idée, émise dès 1947, d'un tunnel de base: couplé aux nouveaux ouvrages de base du Zimmerberg et du Ceneri, ce tronçon de 57 km constitue un record mondial de longueur pour la modernisation définitive de la ligne Nord-sud. www.alptransit.ch

La pénible genèse des autoroutes

L'histoire du réseau autoroutier suisse est encore plus tortueuse. En 1927 déjà, une association est créée pour obtenir la construction d'une autoroute reliant Bâle à la frontière italienne. Or l'initiative lancée dans ce cadre pour une voie exempte de croisements entre Muri, près de Berne, et Thoun fut débattue durant des années avant d'être invalidée par le gouvernement cantonal. L'initiative populaire déposée en 1934 pour le développement des routes alpines et de leurs voies d'accès fut repoussée au profit du contre-projet fédéral qui ne prévoyait que l'amélioration du réseau de montagne. Et le postulat d'un soutien fédéral pour aménager les itinéraires de transit Bâle-Lucerne-Chiasso et du lac de Constance au Léman, afin d'éviter un contournement de la Suisse, fut tout simplement balayé par les Chambres le 12 décembre 1937. Selon les arguments avancés à l'époque, la Suisse étant dépourvue de métropoles et de centres industriels d'envergure, elle n'avait pas besoin de telles infrastructures. Sous forme de route à grande vitesse et selon un projet conçu en 1952 par l'ingénieur cantonal lucernois Otto Enzmann, le premier tronçon d'autoroute a finalement vu le jour en 1955. Aujourd'hui, les 1764 km du réseau autoroutier suisse en font l'un des plus denses du monde et, après suppression des goulots d'étranglement restants, ce total devrait passer à 1892 km à fin 2009. Quant aux très nombreux ouvrages d'art qu'il a fallu bâtir à cette fin dans les régions accidentées du pays, ils constituent des chefs d'œuvre du génie civil. www.infra-suisse.ch
www.autobahnen.ch

Le premier métro de Suisse

Depuis 2008, Lausanne possède le plus petit métro automatique du monde, le M2. Une ligne d'à peine 6 kilomètres dessert 14 stations

depuis le port d'Ouchy jusqu'au lieu dit les Croisettes, en passant par la gare et le centre historique. La dénivelée de 336 mètres accuse une pente moyenne de 5,7 avec des maxima de 12 pourcents. Il s'agit-là d'un autre record mondial pour un métro sur pneus. Conçu pour remplacer l'ancienne ligne à crémaillère de 1,5 km entre le centre et Ouchy et la prolonger jusqu'à Épalinges, le nouveau tracé est pour moitié en souterrain. Le projet accepté par la population à fin 2002 était devisé à 590 millions de francs et les travaux ont démarré en mars 2004 pour s'achever en automne 2008. Comme l'explique la responsable de l'offre de transports publics de la région lausannoise, l'ingénieure Marielle Desbiolles, le M2 réorganise et modernise considérablement l'ensemble du réseau des TL.¹ www.t-l.ch/m2

¹ Cf. Marielle Desbiolles: Intégration du m2 au réseau des TL, TRACÉS 15/16 2008



Tunnel de base du Gothard.



A16 Transjurane, Viaducs à Boncourt (Viaducs des Grand'Combes), planifié par le bureau d'ingénieur GVH Delémont.



Pont ferroviaire sous le Pont Bessières avec train auto-conducteur du métro de Lausanne.

Editeur

Groupe professionnel Génie civil de la SIA
Zurich 2009

Accompagnement spécialisé

Salome Hug-Meier

Ingénieure civile, membre du Conseil du
GPGC, Bâle

Otto Künzle

Ingénieur civil, membre du Conseil du GPGC
Zurich

Claudia Schwalfenberg

Germaniste, chargée d'affaires du GPGC,
SIA Zurich

Texte et photos

Charles von Büren

Journaliste spécialisé/rédacteur, Berne

Traduction

Maya Haus

Traductrice, Pully

Graphisme

Viviane Ceccaroni

Bachelor New Media, SIA Zurich

Impression

Schwabe AG, Muttenz

Crédit d'images

p. 3: Bibliothèque de l'ETH Zurich archive
d'images; p. 5: Reinhard Zimmermann, Adlis-
wil; p. 7: A16 info, Delémont; p. 9: Reinhard
Zimmermann, Adliswil; p. 11 en haut: SIA
Communication (Laurence Bonvin, Genève);
p. 11 en bas de gauche à droite: Thomas Jant-
scher; Nüssli Schweiz; AlpTransit Gotthard
AG, Lucerne; département du génie civil Gri-
sons; p. 13 en haut: Haute école spécialisée
bernoise Architecture, Bois et Construction,
Berthoud/Bienne; p. 13 en bas: ETH Zurich,
archive de photos; p. 14: (Tunnel) AlpTransit
Gotthard AG, Lucerne, (A16) Fédération
infra, Zurich, (métro) tl Transports publics,
Lausanne.

Diese Broschüre ist auch auf Deutsch erhält-
lich und kann bestellt werden über: bgi@sia.ch

Groupe professionnel Génie civil

Le Groupe professionnel Génie civil, en
abrégé GPGC, est avec ses quelque 4000
membres le deuxième par la taille des quatre
Groupes professionnels que compte la Socié-
té des Ingénieurs et des Architectes SIA. Le
GPGC estime que sa tâche plus importante
est d'améliorer la position de l'ingénieur dans
la société. Au sein de la SIA, le GPGC défend
les intérêts spécifiques liés à la profession de
l'ingénieur en génie civil.

Six Sociétés spécialisées autonomes sont
rattachées au GPGC: Le Groupe spécialisé
des ponts et charpentes (GPC), le Groupe
spécialisé pour la conservation des ouvrages
(GCO), le Groupe spécialisé pour les travaux
souterrains (GTS), la Société suisse de géo-
matique et de gestion du territoire (geosuisse),
la Société suisse de mécanique des sols et
des roches (SSMSR) et la Société suisse du
génie parasismique et de la dynamique des
structures (SGEB).

www.sia-gpgc.ch

Selnaustrasse 16, case postale, 8027 Zurich

D'autres informations sont aussi disponibles:

www.les-ingenieurs-construisent-la-suisse.ch

sia

société suisse des ingénieurs et des architectes
groupe professionnel **génie civil**