



Rapport d'activité ***Activity Report*** **2000**

Editeur : Prof. Dr A. Schleiss

PREFACE / FOREWORD

En observant l'économie mondiale d'aujourd'hui, on peut avoir l'impression que le monde est gouverné par la spéculation financière à l'origine des fusions de grandes entreprises. Il faut toutefois garder à l'esprit que l'économie mondiale est principalement fondée sur les investissements et plus précisément sur la mise en place d'infrastructures. Au premier rang de ces dernières se trouvent les aménagements hydrauliques. Depuis des milliers d'années, l'homme a constamment développé des techniques pour utiliser l'eau et s'en protéger. L'Histoire montre que la prospérité économique d'une société et sa richesse culturelle ont toujours été étroitement liées au niveau de développement des aménagements hydrauliques.

Au 21^e siècle, il est certain que les aménagements hydrauliques vont continuer à revêtir une importance capitale, car ils sont indispensables pour satisfaire les besoins vitaux de l'homme et préserver la survie de l'espèce et de son environnement.

La Suisse a une expérience plus que centenaire dans ce domaine. Cette expérience est reconnue aujourd'hui dans le monde entier, en particulier dans le domaine des barrages, des centrales hydroélectriques et des ouvrages d'aménagement de cours d'eau.

Avec les trois missions qui lui sont confiées, enseignement, recherche et transfert des connaissances vers la pratique, le Laboratoire de constructions hydrauliques (LCH) participe au défi qui consiste à maintenir et à faire progresser les compétences suisses dans les domaines des ouvrages et des aménagements hydrauliques.

Au nom de toutes les collaboratrices et de tous les collaborateurs de notre Laboratoire, je tiens à remercier vivement tous nos partenaires et nos mandants pour leur soutien dans l'accomplissement de ces missions.

Looking at today's world economy, one might have the impression that it is mainly controlled by financial speculation and the merging of large companies. Nevertheless, it should be borne in mind that the soundness of the world economy is founded mainly on investments and particularly on the creation of infrastructures. Among the latter, hydraulic schemes play an important role. For several thousands of years man has continuously developed techniques both to use water and to protect himself against water. History shows that the economic prosperity of a society and its cultural wealth has always been closely related to the level of the development of hydraulic schemes. In the 21st century, hydraulic schemes will certainly maintain this fundamental importance for humanity, as they can really satisfy vital human needs.

Switzerland has more than a hundred years of worldwide recognized experience in the construction of hydraulic schemes, especially in the field of dams, hydropower plants and river protection works.

With our three missions: teaching, research and know-how transfer, the Laboratory of Hydraulic Constructions (LCH) participates in the challenge to maintain and help the Swiss competence to progress in the field of hydraulic structures and schemes.

In the name of all the collaborators of our Laboratory, I would like to warmly thank all our partners and clients for their support and contribution to the realisation of these targets.

Prof. Dr Anton Schleiss



TABLE DES MATIERES / TABLE OF CONTENTS

1.	RECHERCHE / <i>RESEARCH</i>	1
1.1	Recherche de base / <i>Fundamental research</i>	1
1.1.1	Influence de macro-rugosité des murs de rive sur l'écoulement et l'érosion dans les méandres de rivières avec charriage / <i>Roughness effect of outside protection walls on flow and scouring in river bends</i>	1
1.1.2	Pressions dynamiques dans des fissures par jets à haute vitesse – une approche à base physique pour l'estimation de l'affouillement / <i>Hydrodynamic pressures in rock fissures due to high velocity jets – a physically based approach for estimating scour depth</i>	3
1.1.3	Solutions techniques pour maîtriser l'alluvionnement des retenues alpines / <i>Technical solutions for the management of sedimentation in alpine reservoirs</i>	5
1.1.4	Barrages submersibles – Ecoulements à hautes vitesses sur macro-rugosité / <i>Overflow dams – High velocity flow on steep slope over macro-roughness</i>	7
1.1.5	Digues submersibles et fusibles – Interaction d'un déversoir latéral à géométrie fixe avec le lit mobile d'un canal / <i>Overflow dams and fuse plugs – Interaction of a side spillway with a fixed geometry on the movable bed of a channel</i>	9
1.1.6	The scaled boundary finite-element method / <i>The scaled boundary finite-element method</i>	12
1.2	Recherche appliquée / <i>Applied research</i>	14
1.2.1	Courants de turbidité dans le lac stratifié de Lugano / <i>Turbidity currents in the stratified Lake of Lugano</i>	14
1.2.2	Correction fluviale Mèbre-Sorge. Etude hydrologique et hydraulique des aménagements de protection contre les crues / <i>River training works on Mèbre-Sorge river. Hydrological and hydraulic study of flood protection measures</i>	16
1.2.3	Barrage de Deriner en Turquie. Essais en laboratoire de la prise d'eau / <i>Deriner Dam and H.E.P.P. Project – Turkey: Hydraulic model tests for power intake</i>	17
1.2.4	Création d'un volume de rétention supplémentaire dans la retenue de Mattmark pour la protection contre les crues / <i>Creation of an additional flood retention volume in the Mattmark reservoir</i>	19

1.2.5	Rideau d'air dans le tunnel routier de l'A6 à l'Ouest (France) / <i>Air curtain in a road tunnel in France</i>	21
1.2.6	Alluvionnement de la retenue d'Aubonne / <i>Sedimentation of Aubonne reservoir</i>	24
1.2.7	Ensablement du port de petite batellerie de la commune de Coppet (Lac Léman) / <i>Silting up of a leisure harbor at Coppet (Lake Geneva)</i>	25
12.8	Voûtage de Novalet sur St-Saphorin / <i>Culvert at Novalet stream near St. Saphorin</i>	27
1.2.9	Projet Vevey / <i>Vevey Project</i>	29
1.2.10	Projet Minerve / <i>Minerve Project</i>	30
2.	ENSEIGNEMENT / TEACHING	
	(année académique / <i>academic year 1999/2000</i>)	32
2.1	Nouveau cycle postgrade en aménagements hydrauliques (1999 - 2001) / <i>New postgraduate studies in hydraulic schemes (1999 - 2001)</i>	32
2.2	Cours à l'EPFL / <i>Courses at EPFL</i> (donnés par les collaborateurs du LCH / <i>given by LCH staff</i>)	35
2.2.1	Cours de 2ème cycle au département de génie civil / <i>Graduate courses in Civil Engineering Department</i>	35
2.2.2	Cours de 2ème cycle au département de génie rural / <i>Graduate courses in Rural Engineering Department</i>	36
2.2.3	Cours postgrade en aménagements hydrauliques / <i>Postgraduate courses in hydraulic structures and schemes</i>	36
2.2.4	Cours postgrade en hydrologie / <i>Postgraduate courses in hydrology</i>	38
2.2.5	Cours postgrade en énergie / <i>Postgraduate courses in energy</i>	38
2.3	Cours hors EPFL / <i>Courses outside EPFL</i>	36
2.4	Projets et laboratoires du 2ème cycle au Département de génie civil / <i>Graduate student projects and laboratory works in the Civil Engineering Department</i>	39
2.5	Travaux pratiques de diplôme / <i>Diploma thesis works</i> octobre 1999 / mars 2000	41
2.6	Excursions d'étudiants / <i>Student excursions</i>	42
2.7	Livres / <i>Textbooks</i>	44
2.8	Polycopiés / <i>Student course books</i>	44

3. MANIFESTATIONS SCIENTIFIQUES / <i>SCIENTIFIC EVENTS</i>	46
3.1 Atelier "Routing System" / <i>Workshop "Routing System"</i>	46
3.2 Conférences publiques au LCH / <i>Public conferences at LCH</i>	47
3.3 Conférences internes au LCH / <i>Home conferences at LCH</i>	48
3.4 Participation aux comités d'organisation / <i>Member of organising committees</i>	48
4. PERSONNEL	49
4.1 Organisation du LCH / <i>Organisation of LCH</i>	49
4.2 Collaborateurs en 2000 / <i>Staff in 2000</i>	50
4.3 Professeurs invités et hôtes académiques / <i>Visiting professors and academic visitors</i>	51
4.4 Nouvelle entreprise créée par les collaborateurs du LCH / <i>Start-up created by LCH staff</i>	51
5. PARTICIPATION AUX COMMISSIONS, ASSOCIATIONS PROFESSIONNELLES ET ACADEMIQUES / <i>PARTICIPATION IN COMMISSIONS, PROFESSIONAL AND ACADEMIC ASSOCIATIONS</i>	52
6. CONFERENCES DONNEES PAR LES COLLABORATEURS DU LCH / <i>CONFERENCES PRESENTED BY LCH STAFF</i>	55
6.1 Conférences invitées / <i>Invited conferences</i>	55
6.2 Conférences / <i>Conferences</i>	56
7. PARTICIPATION AUX CONGRES ET VISITES DES INSTITUTS DE RECHERCHE / <i>PARTICIPATION IN CONGRESSES AND VISITS OF RESEARCH INSTITUTES</i>	57
8. PARTICIPATION AU JURY DE THESES DE DOCTORAT / <i>PARTICIPATION IN JURY OF DOCTORAL THESIS</i>	59
9. PUBLICATIONS	60
9.1 Journaux scientifiques / <i>Scientific journals</i>	60
9.2 Comptes rendus des congrès / <i>Proceedings of congresses</i>	61
9.3 Communications du LCH / <i>Communications of LCH</i>	62
9.4 Rapports non publiés / <i>Unpublished reports</i>	63

1. RECHERCHE / RESEARCH

1.1 Recherche de base / *Fundamental research*

1.1.1 Influence de macro-rugosité des murs de rive sur l'écoulement et l'érosion dans les méandres de rivières avec charriage *Roughness effect of outside protection walls on flow and scouring in river bends*

La présence de macro-rugosités sur les rives extérieures des méandres dans les rivières de montagne permet de réduire fortement la profondeur d'érosion. Ce phénomène a déjà pu être observé sur des modèles réduits reproduisant des murs de rive nervurés comme mesure de protection contre les crues. Les macro-rugosités diminuent les vitesses d'écoulement le long du mur extérieur. L'intensité de l'écoulement secondaire dans la section transversale, lui-même à l'origine de l'érosion, est par conséquent réduite. De plus, les macro-rugosités renvoient l'écoulement vers le centre du lit ce qui a pour effet de diminuer le pouvoir érosif en pied du mur.

Malheureusement, les bases théoriques permettant de quantifier ces phénomènes font actuellement défaut. Le présent projet de recherche vise à combler cette lacune.

By providing roughness elements as vertical ribs at the surface of walls located at the outer side of mountain river bends, the local erosion along the foundation of the wall can be decreased considerably. The vertical ribs have already been tested and optimised in scale model tests for some specific projects. These ribs reduce the flow velocities along the wall at the outer side of the bend. Thus the driving force of the scouring, namely the intensity of the secondary flow in lateral direction of the channel section, is also reduced. Furthermore the roughness elements divert the flow at the outer side of the bend towards the centre of the channel; consequently the capacity of erosion of the flow at the wall foundation is diminished.

Unfortunately the theoretical bases allowing a quantitative description of these phenomena are lacking. The purpose of our research project is therefore to provide this missing information by investigating the flow behaviour in bends and its scouring action.

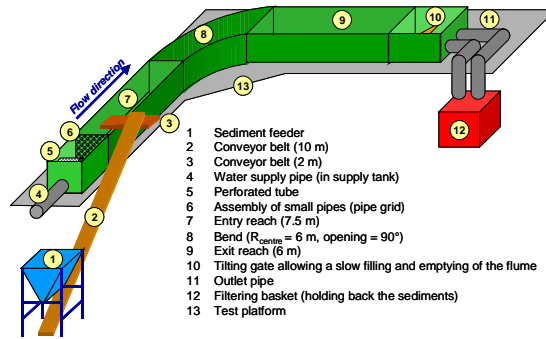


Fig. 1: Schéma de l'installation d'essais
 Scheme of the testing facility



Fig. 2: Photo de l'écoulement dans le canal sans nervures et avec des espacements de 4° , 2° , et 1°
 Picture of the flow in the channel without ribs and with a spacing of 4° , 2° and 1°

Le travail est basé sur l'étude systématique du développement de l'érosion en fonction des macro-rugosités de rive. Il vise à établir les relations permettant de quantifier la profondeur d'érosion ainsi que des recommandations pour l'ingénieur praticien incluant l'impact environnemental de ce type d'ouvrage. Recherche financée par le Fonds national suisse de la recherche scientifique (FN) et l'Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG).
 Doctorant: Daniel Hersberger

By investigating systematically the development of the scour as a function of the roughness elements, we aim to derive a general applicable formula for the quantitative estimation of scour depth and to give design recommendations for engineers, outlining the positive ecological effects of walls roughened with vertical ribs.

Research financed by the Swiss National Science Foundation (FN) and the Federal Office of Water and Geology (OFEG).

Ph.D. student: Daniel Hersberger

1.1.2 Pressions dynamiques dans des fissures par jets à haute vitesse – une approche à base physique pour l'estimation de l'affouillement *Hydrodynamic pressures in rock fissures due to high velocity jets – a physically based approach for estimating scour depth*

Les jets d'eau à haute vitesse, en aval des évacuateurs de crue et des vidanges de fond des grands barrages, sont à l'origine d'une érosion locale du massif rocheux. De par l'absence d'une approche à base physique, la fosse d'affouillement est souvent estimée à partir de formules empiriques ou semi-empiriques. L'action majeure sur le fond rocheux réside dans des pressions extrêmes, qui exercent une force dynamique de soulèvement des blocs de rocher. L'affouillement se crée par une interaction entre eau, air et rocher, entraînant des phénomènes transitoires: fracturation hydrodynamique du massif rocheux et soulèvement dynamique des blocs ainsi formés. Aucune approche existante ne tient compte du caractère transitoire de ces phénomènes.

L'impact d'un jet d'eau sur une fissure du rocher peut créer une mise en résonance : le jet fournit l'excitation et la fissure est la chambre de résonance. L'eau aérée entre dans la fissure, où un gazage et dégazage de bulles d'air se produit de par les changements de pressions. La présence de bulles d'air influence la célérité d'ondes de pression. Il en résulte des phénomènes tels qu'oscillations, mise en résonance, etc.

Une recherche expérimentale et numérique a été menée afin de détecter et de vérifier l'importance de ces ondes de pression. Une installation a permis de mesurer des fluctuations de pression dans des fissures artificielles 1D et 2D du rocher. La vitesse du jet était à l'échelle prototype (40 m/s), afin de générer une aération réelle.

Significant and often dangerous rock scour can occur downstream of high head dams due to the operation of outlet and spillway structures. Due to the lack of a physically based approach, scour is often estimated by (semi-) empirical formulas. However, it is known that extreme pressures at the pool bottom are the driving force for scour formation by dynamic uplift of rock blocks. Scouring is governed by the interaction of air, water and rock, which causes transient phenomena and two destructive processes: hydrodynamic fracturing of the rock mass and hydrodynamic uplift of so-formed blocks. Up to now, no approach fully takes into account the transient nature of these phenomena.

The impinging of a water jet onto a joint acts as a resonator: the jet provides the excitation and the joint plays the role of a resonance chamber. Aerated water from the pool enters into the joints. There, air release and re-solution due to pressure changes can be observed. The presence of air is essential because it directly influences the celerity of the waves inside. This celerity is time dependent and spatially distributed throughout the joints, giving rise to transient phenomena, such as oscillations, resonance, etc.

Experimental and numerical research has been undertaken to detect and verify the importance of these pressure waves. An experimental facility allowed to measure pressure fluctuations inside artificial 1D and 2D joints. Jet velocity was on prototype scale (up to 40 m/s), in order to produce realistic aeration.

Des tests menés sur trois différentes fissures de rocher ont indiqué qu'une approche transitoire constitue l'élément clé d'une simulation physiquement plus appropriée de l'affouillement.

Tests conducted on three differently shaped closed-end joints pointed out that a transient approach constitutes the key to a physically more appropriate simulation of scour formation.



Fig. 1 : Photo de l'installation d'essais (gauche) et des barres de précontrainte (droite)
Photo of the experimental installation (left) and of the prestressed steel bars (right)

La modélisation numérique est basée sur la formulation conservative des équations non-stationnaires de fluides biphasiques et homogènes, combinées avec une loi constitutive reliant la célérité spatialement distribuée avec la pression dans la fissure. Cette relation a été dérivée des tests et satisfait l'équation d'état de gaz idéaux ($\alpha_i p = \alpha_i p_i$) et la loi de Henry-Dalton.

Une concordance satisfaisante entre les tests et la simulation numérique a été obtenue pour les ondes de pression dans des fissures fermées à leur extrémité (fracturation). Une recherche similaire est menée sur des blocs de rocher (éjection), afin de définir une nouvelle méthode, à base physique, pour l'évaluation de fosses d'affouillement.

Recherche financée par la Commission

Numerical implementation is provided by the use of the conservative formulation of the 1D transient flow equations for two-phase fluids, combined with a constitutive law relating the spatially distributed wave celerity with the governing pressure inside the joint. This relationship has been derived from the experiments but satisfies the state equation for ideal gases ($\alpha_i p = \alpha_i p_i$) and Henry-Dalton's law.

A satisfactory agreement between experimentally and numerically generated pressure waves has been obtained for the closed-end joints (fracturing). Further research on simulated rock blocks (uplift) is undertaken in order to provide a physically based, new method for scour depth evaluation.

Research financed by the Commission

pour la technologie et innovation (CTI) avec le soutien du Comité suisse des barrages (CSB) et Stucky-Ingénieurs-Conseils SA.

Doctorant: Erik Bollaert

for Technology and Innovation (CTI), supported also by the Swiss Committee on Dams (SwissCod) and Stucky Consulting Engineers Ltd.

Ph.D. student: Erik Bollaert

1.1.3 Solutions techniques pour maîtriser l'alluvionnement des retenues alpines

Technical solutions for the management of sedimentation in alpine reservoirs

L'alluvionnement des retenues alpines est un sujet d'importance majeure qui est principalement liée au phénomène de transport de sédiments par des courants de turbidité. Le débit solide des affluents est généralement important pendant les événements de crue et la différence de densité est alors suffisante pour induire des courants de turbidité dans le réservoir. Ces courants suivent le fond du lac jusque vers la zone la plus profonde située habituellement près du barrage, où ils peuvent couvrir la vidange de fond, affecter l'exploitation de la prise d'eau et réduire la capacité de stockage.

Un modèle numérique tridimensionnel a été utilisé pour simuler les courants de turbidité dans des réservoirs alpins (Fig. 1). Le modèle tient compte de l'érosion - sédimentation au fond du lac, de la turbulence modifiée due à la stratification ainsi que de la rugosité du lit. Il a été constaté que la turbulence et la rugosité du lit affectent fortement l'écoulement et qu'elles sont indispensables pour obtenir des résultats raisonnables.

Une étude paramétrique de l'influence des courants de turbidité sur l'alluvionnement d'une retenue suisse a révélé que pour des tailles de grains de 0.1 mm le courant de turbidité s'éteint avant d'atteindre le barrage. Dans certains cas les volumes de dépôt trans-

Reservoir sedimentation is a subject of major importance in Alpine reservoirs and is mainly related to the phenomenon of sediment transport by the means of turbidity currents. The sediment discharge of the inflowing rivers is usually significant during flood events and the density difference is high enough to induce turbidity currents in the reservoir. These currents follow the bottom of the lake to the deepest area, normally near the dam, where they can cover the bottom outlet, affect the operation of the power intake and reduce the storage capacity of the reservoir.

A three-dimensional numerical model has been used to simulate turbidity currents in Alpine reservoirs (Fig. 1). The model takes into account erosion - sedimentation interaction with reservoir bottom, modified turbulence due to stratification and bed roughness. It has been found that modified turbulence and bed roughness highly affect the global flow behaviour and are absolutely necessary to get meaningful results.

A parametric study on the influence of turbidity currents on the sedimentation in a Swiss reservoir revealed that for mean particle grain sizes of 0.1 mm, the turbidity current dies out and does not reach the dam. In certain cases the transported sediment volumes reached

portés ont atteint 2 - 3 fois le volume d'apport et des vitesses maximales jusqu'à 1.5 m/s ont été atteintes.

Afin de contrôler l'alluvionnement dans la retenue, des mesures constructives sont actuellement étudiées sur modèle physique dans l'objectif d'influencer les courants de turbidité près des structures les plus affectées. Une des solutions examinées vise à maintenir artificiellement la suspension présente dans le courant de turbidité afin d'empêcher la sédimentation et favoriser l'évacuation du mélange par la prise d'eau. Une autre solution consiste à forcer la déposition, par exemple à l'aide d'obstacles, dans des zones du réservoir non préjudiciables à l'exploitation et d'accès libre pour le dragage (Fig. 2).

Recherche financée par le Fonds pour projets et études de l'économie électrique (PSEL).

Docteurant: Christoph Oehy

2 – 3 times the inflow sediment volume and maximum velocities of up to 1.5 m/s were observed.

To control the sedimentation in the reservoir, constructive measures are at present studied physically with the aim of influencing the turbidity currents near the most affected structures. One possibility would be to maintain, by an artificially created turbulence, the suspension introduced by the turbidity current in order to prevent their sedimentation and favour their evacuation through the intake structures. Another solution would be to force deposition, for example by means of obstacles, in areas of the reservoir that are not significant for operation purposes and may be of easy access for dredging (Fig. 2).

Research financed by the Fund for Projects and Studies of the Electricity Sector (PSEL).

Ph.D. student: Christoph Oehy

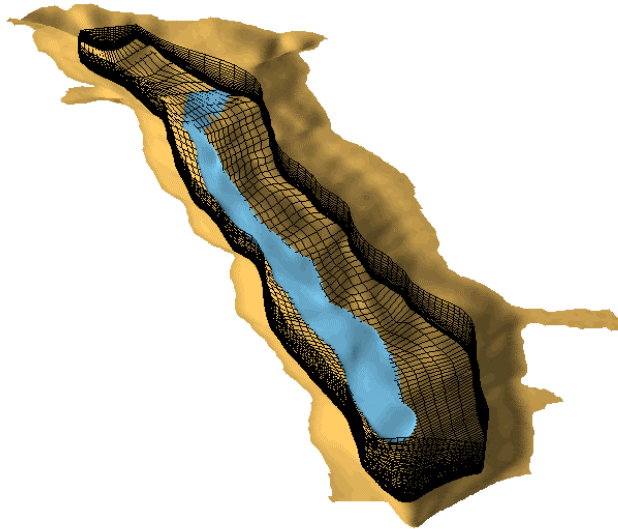


Fig. 1 : Simulation d'un courant de turbidité dans une retenue alpine
Simulation of a turbidity current in an Alpine reservoir

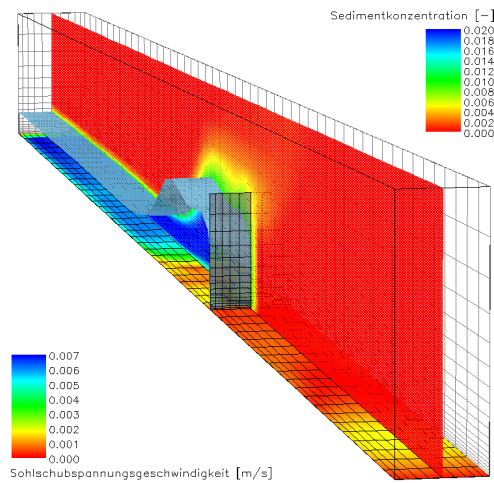


Fig. 2 : Simulation d'un courant de turbidité réfléchi par un obstacle dans un canal
Simulation of a turbidity current reflected by an obstacle in a flume

1.1.4 Barrages submersibles – Ecoulements à hautes vitesses sur macro-rugosité Overflow dams – High velocity flow on steep slope over macro-roughness

L'énergie très importante véhiculée par les écoulements à hautes vitesses est à l'origine de nombreux dommages causés sur les ouvrages eux-mêmes ou en pied de chute par érosion et/ou cavitation. Pour les empêcher et/ou protéger les structures ainsi que leurs fondations, une solution consiste à dissiper un maximum d'énergie sur le parcours de l'écoulement par l'introduction de macro-rugosités de surface. L'entraînement d'air provoqué par les macro-rugosités limite aussi le risque de cavitation. Il est donc d'un grand intérêt de définir un système dissipatif simple et optimal le long de l'ouvrage. Les bases théoriques pour caractériser les écoulements aérés sur forte pente sont toutefois encore lacunaires.

The great amount of energy transported by high velocity flows can cause erosion and/or cavitation damages on the weir itself or at its toe. To prevent and/or to protect the constructions as well as their foundations, one solution consists in dissipating a maximum of energy along the flow course by setting surface macro-roughness elements. Thanks to the air entrainment caused by the macro-roughness, cavitation risks are reduced. Therefore, it is really important to define a simple and optimal dissipator system on the construction. But very few laws concerning aerated flow on steep slopes can be found.

Les principaux objectifs de la présente recherche consistent dès lors à :

- développer une loi expérimentale générale de perte de charge, pour les 3 régimes d'écoulement (écoulement en nappe, transition et écoulement moussieux, Fig. 1),
- analyser les contributions à la perte de charge des différentes macro-turbulences et du cisaillement,
- mettre en évidence l'influence de l'entraînement d'air sur la dissipation d'énergie,
- évaluer les contraintes sur les éléments de macro-rugosité et les zones de sous-pressions,
- définir un système de dissipation optimal et énoncer les règles de dimensionnement et les recommandations techniques pour l'ingénieur.

A cause de la complexité de l'écoulement (turbulence, aération naturelle) et du grand nombre de paramètres qui

The principal aims of this PhD project are:

- to develop an experimental head loss law, for the 3 flow regimes (nappe-flow, transition and skimming-flow, Fig. 1),
- to analyze the influence of the different macroturbulence and of the shear on head losses,
- to bring to the fore the air effect on the energy dissipation,
- to assess the stress on the macro-roughness element and the under-pressure regions,
- to define an optimal dissipator system and to propose design rules and technical recommendations for engineers.

Because of the flow complexity (turbulence, self-aeration), and the great number of parameters involved in energy loss, an experimental approach is the most suitable means to reach the research aims.

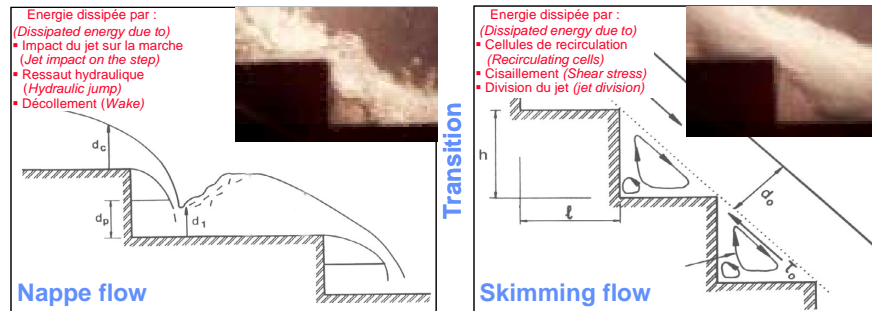


Fig.1: Les régimes d'écoulement à haute vitesse sur macro-rugosités
Regimes of high velocity flows over macro-roughness

contribuent à la perte d'énergie, l'approche expérimentale est la mieux adaptée pour atteindre les objectifs de la recherche. Les essais sont réalisés dans un canal à pente variable (Fig. 2).

The tests are conducted in a variable slope flume (Fig. 2). For several hydraulic conditions and slopes, as well as different macro-roughness systems, velocity and air concentration profiles

Pour plusieurs conditions hydrauliques et pentes du canal ainsi que différentes configurations de macro-rugosités, les profils verticaux de vitesses et de concentration en air avec une sonde optique, et les pressions sur le fond et les éléments sont mesurés avec des mini-capteurs de pressions piezorésistifs. Les résultats expérimentaux serviront ensuite à caler un modèle numérique des écoulements aérés, turbulents sur macro-rugosités.

Recherche financée par l'Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG).

Doctorante: Stéphanie André

are measured with an optical probe, and the bottom and element pressures are measured with piezoresistif mini-sensors.

The experimental results will also be used in order to set a numerical model of aerated, turbulent flows over macro-roughness.

Research financed by the Federal Office of Water and Geology (OFEG).

Ph.D. student: Stéphanie André



Fig. 2: Canal à forte pente (8m de long, 0.5m de large, pente de 30°)
Steep flume (8m long, 0.5m large, slope of 30°)

1.1.5 Dignes submersibles et fusibles – Interaction d'un déversoir latéral à géométrie fixe avec le lit mobile d'un canal ***Overflow dams and fuse plugs – Interaction of a side spillway with a fixed geometry on the movable bed of a channel***

Suite aux crues exceptionnelles à répétition qui se sont produites en Suisse en 1987, 1993, 1994, 1999 et 2000, de nombreux projets sont envisagés pour assurer une protection accrue contre les inondations. Dans ce contexte, l'uti-

Following the exceptional repeated floods, which occurred in Switzerland in 1987, 1993, 1994, 1999 and 2000, numerous projects are foreseen to insure high protection against flooding. In this context, the use of retention volumes

lisation de volumes de rétention en bordure des cours d'eau par une surverse contrôlée et sécurisée des digues, revêt un intérêt particulier tant d'un point de vue technique que pour la renaturation des zones riveraines. Le principe des digues fusibles et submersibles était déjà pratiqué par les Égyptiens à des fins de protection contre les crues et d'irrigation. Il a également été appliqué à la fin du XIXe siècle pour la protection contre les crues de la Loire et plus récemment sur la Reuss dans le canton d'Uri. L'expérience acquise jusqu'ici dans ce domaine ne permet cependant pas la généralisation à une situation quelconque.

Ce type de solution est sérieusement envisagé sur de nombreux cours d'eau, en particulier dans le cadre de la 3^{ème} correction du Rhône, qui pourrait constituer un cas d'école en la matière. Pour prévenir la rupture des digues, des déversoirs fusibles et submersibles doivent être intégrés dans les levées, dans le but de dériver la part excédentaire de débit sur des sites réservés.

Le projet "Difuse", digues fusibles et submersibles pour la protection contre les crues, est développé en partenariat par l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne et les Hautes Ecoles Spécialisées de Fribourg, Genève et Yverdon. Il est soutenu et accompagné par le Service des routes et cours d'eau du canton Valais (SRCE-VS), l'Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG), le bureau Hydronat SA et l'Établissement cantonal d'assurances des bâtiments Fribourg (ECAB).

on the edge of a river by a controlled and secured dam spillway, is of particular interest as much as from a technical point of view than that of the revitalization of flood plains. The principle of overflow dams and fuse plugs was already practiced by the Egyptians as protection against floods and for irrigation. It was also applied at the end of the XIXth century for the protection against floods of the Loire river and more recently on the Reuss river in the canton of Uri. Experience gained up to now in this field does nevertheless not allow to generalize for whatever situation.

This type of solution is seriously considered on numerous watercourses, in particular in the frame of the 3^d correction of the Rhone river, which could be considered as a schoolbook case in the matter. In order to prevent dam failure, spillways of overflow dams and fuse plugs must be integrated in the embankments, in order to deviate the excess part of the flow to reserved sites.

The "Difuse" project, overflow dams and fuse plugs for protection against floods, is developed by the Swiss Federal Institute of Technology Lausanne in partnership with the HES engineering schools of Fribourg, Geneva and Yverdon. It is supported and accompanied by the Road and River Department of the canton of Valais, the Federal Office for Water and Geology, the Consulting Engineer Hydronat SA and the Fribourg Cantonal Building Insurance Establishment (ECAB).



Fig 1 : Rupture de la digue à Chamoson le 15 octobre 2000 (Source : www.bwg.admin.ch)
Failure of the Chamoson dam on 15th October, 2000 (www.bwg.admin.ch)

Ce projet a pour objectif de développer les bases de dimensionnement de tels aménagements en traitant l'ensemble des problèmes hydrauliques à considérer: le déversement latéral, le transport solide dans le cours d'eau le comportement du fusible, la stabilité du revêtement de digue, l'érosion en pied.

Sur le plan technique, l'accent est mis sur la recherche et l'analyse comparative de solutions orientées vers la sécurité de l'ouvrage, sa vulnérabilité et sa fiabilité de fonctionnement, ainsi que sur son intégration environnementale et paysagère.

La motivation est aussi de développer un réseau de compétences en ingénierie hydraulique reposant sur un partenariat entre EPF et HES.

Recherche financée par la Commission pour la technologie et innovation (CTI) avec le soutien des partenaires mentionnés ci-dessus.

Doctorante: Sheila Frigeri

The object of this project is to develop the basis of the dimensioning of such installations taking into account hydraulic problems to be considered as a whole: side spillways, river sediment transport, fuse plugs behaviour, dam coating stability, foundation erosion.

On the technical level, emphasis is put on research and comparative analysis of solutions oriented towards security of works, its vulnerability and its functioning reliability, as well as its environmental and landscape integration.

Motivation is also put into developing a competence network in hydraulic engineering lying upon a partnership between EPF and HES.

Research financed by the Commission for Technology and Innovation (CTI) and supported by the partners mentioned above.

Ph.D. student: Sheila Frigeri

1.1.6 The scaled boundary finite-element method

The scaled boundary finite-element method

Dans une analyse classique d'interaction sol-structure, la modélisation du sol vers l'infini (milieu infini ou semi-infini) nécessite une relation décrivant l'interaction force-déplacement. Cette dernière est basée sur la matrice de rigidité dynamique du sol infini. La "méthode des éléments frontière similaire aux éléments finis" est une procédure de calcul puissante pour calculer ladite matrice de rigidité à l'interface sol-structure ainsi que les déplacements dans le sol avoisinant.

La présente recherche étend le domaine de validité de la méthode afin de pouvoir déterminer les déplacements loin de la structure et ce dans le champ lointain, c'est à dire jusqu'à l'infini. L'étude se concentre sur les ondes vectorielles élasto-dynamiques tridimensionnelles. Elle montre que les conditions de radiation vers l'infini sont exactement satisfaites et qu'il est également possible de prendre en compte l'atténuation du matériau. En résolvant un problème généralisé des valeurs propres, la matrice de rigidité dynamique pour les hautes fréquences est établie de manière à être définie positive. Une détermination directe est également possible en utilisant les impédances.

Suite à ces développements théoriques, des procédures de calculs analytiques et numériques sont proposées. Leurs résultats, comparés à ceux obtenus par la méthode des éléments frontière (B.E.M), montrent une bonne correspondance des déplacements sur les surfaces libres ainsi que sous une fondation enterrée sur un demi-espace (Fig. 2, points P1 à P4).

Il convient de souligner que seuls les murs verticaux et la fondation sont dis-

In a typical dynamic soil-structure interaction analysis, the modelling of the unbounded soil (infinite or semi-infinite) requires the interaction force-displacement relationship involving the dynamic-stiffness matrix of the unbounded soil. The scaled boundary finite-element method is a powerful computational procedure to calculate this dynamic-stiffness matrix at the structure-soil interface and the displacements in the neighbouring soil.

In this research, the method is extended to determine the displacements also in the remaining part of the unbounded soil called the far-field. The three-dimensional vector-wave equation of elastodynamics is addressed. The radiation condition at infinity is satisfied exactly and material damping can be taken into consideration. By solving an eigenvalue problem, the high frequency matrix is constructed to be positive definite. However, a direct determination using impedances is also possible.

Analytical and numerical procedures are developed. Good agreement of displacements for a vertical load in the indicated points P_1 to P_4 along the free surface and below a foundation embedded in a half-space (Fig. 1) with the results of the boundary-element method (BEM) is observed (Fig. 2). Note that only the sidewalls and the base of the embedded foundation are discretised, but not the free surface of the half-space.

Research financed by the Swiss National Science Foundation (FN).

Researchers: Dr. John P. Wolf and Dr. Farid Moussaoui

crétisés; les surfaces libres et le demi-espace ne le sont pas (Fig. 1).

Recherche financée par le Fonds national suisse de la recherche scientifique (FN).

Chercheurs: Dr John P. Wolf et Dr Farid Moussaoui

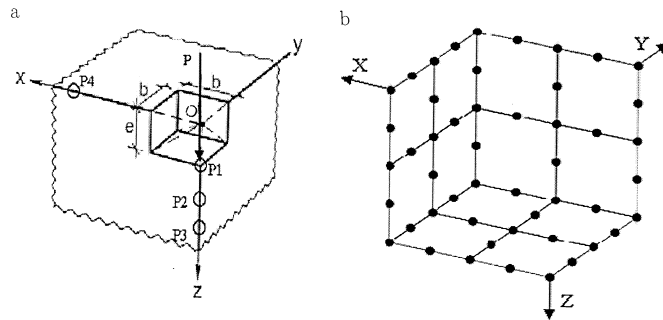


Fig. 1: Quart d'un prisme carré enterré dans un demi-espace. a) géométrie et centre de similitude; b) discrétisation par éléments finis de l'interface sol-structure
Quarter of a square prism embedded in a half-space. a) geometry with scaling centre; b) finite element discretisation of structure-soil interface

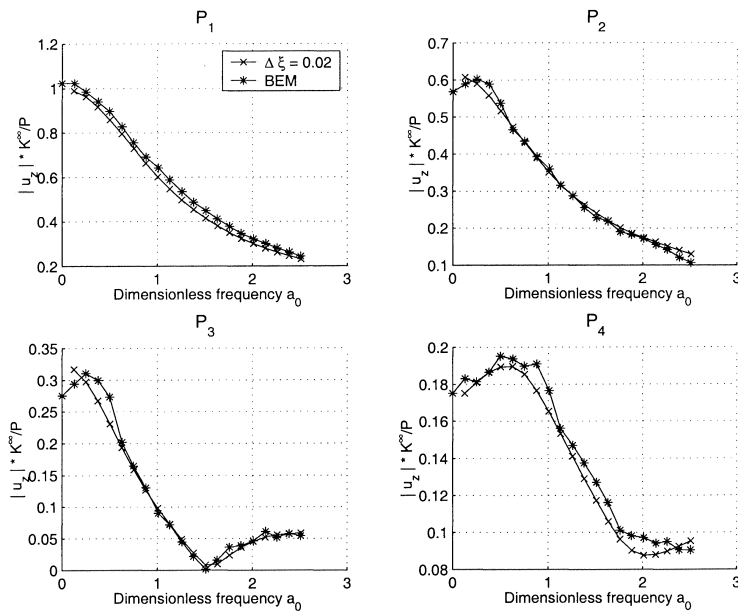


Fig. 2: Amplitude normalisée des déplacements verticaux
Dimensionless magnitude of vertical displacement

1.2 Recherche appliquée / *Applied research*

1.2.1 Courants de turbidité dans le lac stratifié de Lugano *Turbidity currents in the stratified Lake of Lugano*

Des fortes précipitations de septembre 1994 sont à l'origine d'une crue exceptionnelle du Cassarate ($Q_{\max} = 115 \text{ m}^3/\text{s}$) qui a apporté une grande quantité de matériaux d'origine minérale dans le lac de Lugano. A cette occasion, des altérations de l'équilibre physico-chimique du lac ont été observées, sous l'effet du brassage des couches profondes.

Les objectifs de la recherche sont de modéliser le phénomène de circulation partielle, calibrer et valider le modèle numérique sur la base des mesures effectuées pendant et après la crue, modéliser des événements extrêmes non mesurés et en évaluer l'impact sur la stratification lacustre et en dernier lieu, proposer des mesures techniques utiles permettant de réduire l'impact des crues du Cassarate sur l'écosystème lacustre.

Le modèle numérique utilisé, CFX4, a été développé par le Computational Fluid Dynamics Services de Harwell (UK), et distribué par AEA Technology. Il permet la modélisation 3D des écoulements fluides dans une géométrie quelconque.

Un résultat de simulation est présenté à la figure 1. Il représente une isosurface de concentration de sédiments dans le lac au temps $t=56000 \text{ sec.}$ à partir du début de la crue. Il est important de relever qu'au début de la crue le courant s'introduit au niveau de la thermocline, c.à.d. à environ 20 m de profondeur, et ne plonge pas immédiatement vers le fond du lac.

The heavy rainfalls of September 1994 are at the origin of an exceptional flood of Cassarate river ($Q_{\max} = 115 \text{ m}^3/\text{s}$), which brought a big quantity of materials of mineral origin into the lake of Lugano. This event provoked changes of the physico-chemical balance of the lake, under the influence of the vertical mixing of the deep layers.

The LCH has the task to model the phenomenon of partial circulation, to calibrate and to confirm the numerical model on the basis of measurements made during and after the flood. Furthermore, the project aims to model not measured extreme events and to estimate the impact on the lake stratification and lastly, to propose some useful technical measures allowing to reduce the impact of such flood events on the lake ecosystem.

The chosen numerical model is CFX4, developed by Computational Fluid Dynamics Services of Harwell (UK), and distributed by AEA Technology. It allows the three-dimensional modeling of the fluid flows in an unspecified geometry.

A result of the simulation is presented on Figure 1. It represents a sediment concentration isosurface in the lake at time $t=56000 \text{ sec.}$ since the beginning of the flood. It is important to note that at the beginning of the flood, the current goes at the level of the thermocline, approximately 20 m deep, and that it does not plunge immediately towards the bottom of the lake.

L'analyse ponctuelle permet d'établir l'évolution temporelle de la concentration en sédiments, des vitesses et d'autres paramètres. Ces données sont analysées pour mettre en évidence et documenter les problèmes principaux liés au phénomène.

La partie finale du projet examine l'efficacité de solutions techniques (diaphragme horizontal, dissipateurs d'énergie,...) susceptibles de réduire l'impact des crues du Cassarate sur l'écosystème lacustre.

Etude confiée par le Canton du Tessin.

The punctual analysis then allows to establish the evolution of sediments concentration, the speeds and the other parameters in function of time with the aim of highlighting the principal problems involved in this phenomenon.

The final part of the project studies some propositions and modeling of technical solutions (horizontal diaphragm, energy dissipators) capable of reducing the impact of floods on the lake ecosystem.

Study entrusted by the Canton of Ticino.

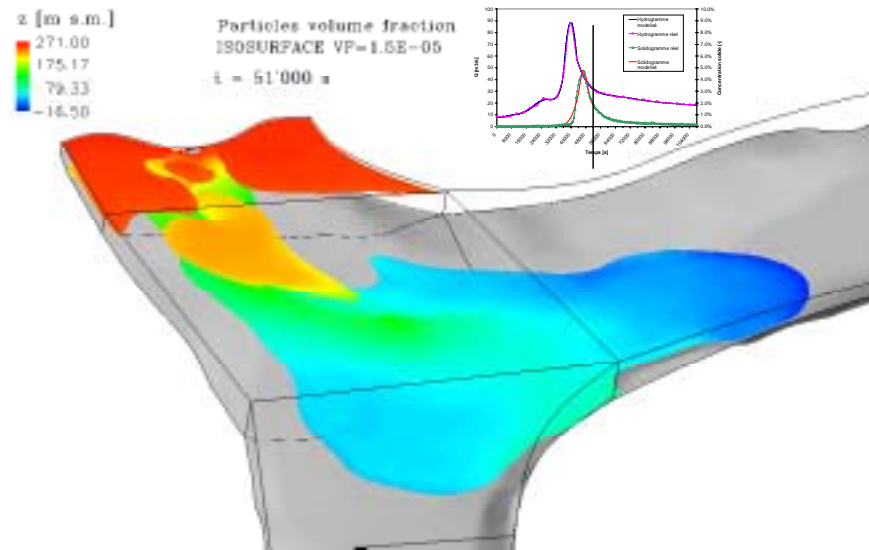


Fig. 1: Isosurface : courant de fond et courant intrusif dans le lac de Lugano. Coloration en fonction de la profondeur
Isosurface: bottom current and intrusive current in the Lake of Lugano. Colouring as a function of depth

1.2.2 Correction fluviale Mèbre-Sorge. Etude hydrologique et hydraulique des aménagements de protection contre les crues
River training works on Mèbre-Sorge river. Hydrological and hydraulic study of flood protection measures

La Mèbre et la Sorge sont situées dans la banlieue lausannoise et ont un bassin versant de 40 km². L'augmentation de l'imperméabilité du sol, ainsi que la réduction de l'espace disponible des cours d'eau ont conduit à une capacité hydraulique insuffisante. Afin de satisfaire un objectif de protection associé à une période de retour centennale, un système hydraulique incluant 4 zones d'inondation a été conçu. En raison de son caractère urbain et compte tenu de la distribution spatiale des précipitations, ce système doit être optimisé.

The rivers Mèbre and Sorge are located in the suburb region of Lausanne, characterized by a drainage area of 40 km². The fast increase in impermeability and the reduction of the free flow section have resulted in a deficiency of the discharge capacity. In order to satisfy a 100-year return period flood protection objective, a hydraulic system including four flow submergence zones has been conceived. Due to the urban characteristics, and accounting to the spatial distribution of rainfall, this multiple basin system had to be optimized.

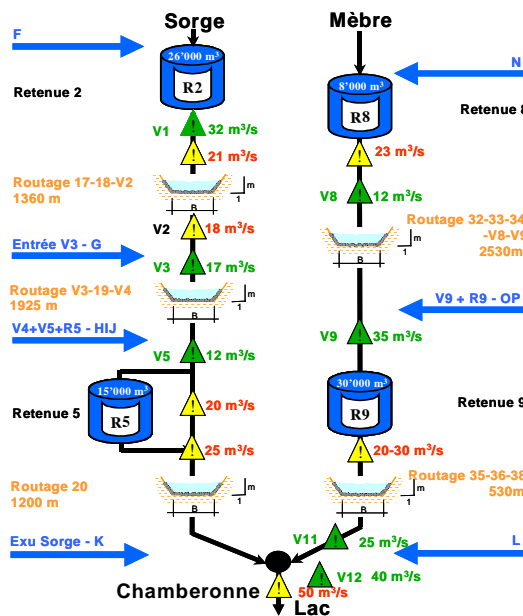


Fig.1: Vue en plan du bassin versant et schéma numérique correspondant des bassins de rétention
 Plan view of catchment area and corresponding numerical scheme of the retention basins

L'étude du réseau de rivières est basée sur la génération de scénarios de précipitations transformés en hydrogrammes de crue par une modélisation hydrologique continue réalisée par l'IATE-EPFL.

L'optimisation du système a été obtenue par une simulation non-stationnaire du routage des crues à travers le réseau, incluant les 4 bassins de rétention et les 13 voûtages existants (Fig. 1).

Une attention particulière a été attribuée au dimensionnement hydraulique des ouvrages de contrôle de ces bassins. Des essais sur modèle ont été effectués afin de compléter la modélisation numérique.

Etude confiée par l'Entreprise de correction fluviale Mèbre-Sorge.

The study of the present river network was based on the generation of rainfall scenarios transformed into hydrographs by means of a continuous hydrologic modeling carried out by IATE-EPFL.

The optimization of the project has finally been realized by an unsteady flood routing computation through the hydraulic network, including four planned retention basins and 13 existing culverts (Fig. 1).

Particular attention has been paid to the hydraulic design of the outlet structures of these basins, as they entirely control the flow retention. Model tests were conducted in order to complete the numerical modelling.

Study entrusted by the Society of Fluvial Correction Mèbre-Sorge.

1.2.3 Barrage de Deriner en Turquie. Essais en laboratoire de la prise d'eau

Deriner Dam and H.E.P.P. Project – Turkey: Hydraulic model tests for power intake

L'aménagement hydroélectrique de Deriner comporte un barrage-voûte à double courbure de 257 m de hauteur. Ce barrage est équipé de huit évacuateurs de crue en charge de grande capacité. Ces organes sont combinés avec des évacuateurs de surface sur les deux rives avec coursiers et jets. La capacité totale d'évacuation des crues est de 10'000 m³/s. Une tour de prise d'eau, située sur la rive droite, alimente la centrale hydroélectrique comportant 4 groupes Francis à axe vertical (débit total: 360 m³/s, puissance installée: 660 MW).

Afin de vérifier le comportement de la prise d'eau et de définir ses principaux critères d'exploitation, le Laboratoire de constructions hydrauliques a conduit

Deriner Hydro Power Project is related to a 257 m high double curvature arch dam. The dam is equipped with eight high capacity orifice spillways, combined with jet overflow spillways on each bank, followed by chutes and flip buckets producing crossed jets. Total spillway capacity is 10,000 m³/s. A power intake tower, located on the right bank, with a dimension of 24.05 m x 22.0 m supplies the powerhouse comprising 4 units with vertical axis Francis turbines (total flow discharge: 360 m³/s, installed capacity: 660 MW).

In order to check the satisfactory performance of the water intake, and to define the main operating conditions, the Laboratory of Hydraulic Constructions has performed hydraulic model tests for

des essais sur modèle hydraulique de l'ouvrage projeté.

L'objectif était d'observer le comportement hydraulique de la prise d'eau sous des conditions d'exploitation normales et extrêmes.

En particulier, les points suivants ont été étudiés dans le détail:

- la formation de vortex,
- les champs de pression dynamique sur la structure de la prise d'eau et
- les pertes de charge.

Quelques améliorations ont été proposées, qui ont pu être intégrées dans le projet définitif.

Etude confiée par Stucky Ingénieurs-Conseils S.A.

the planed water intake structure.

The purpose was to observe the hydraulic behaviour of the water intake under normal and extreme operating conditions.

Special attention was paid to

- *vortex formation,*
- *dynamic pressure fields along the intake structure and*
- *local head losses.*

Some minor design improvements have been proposed and adopted for the final design.

Study entrusted by Stucky Consulting Engineers Ltd.

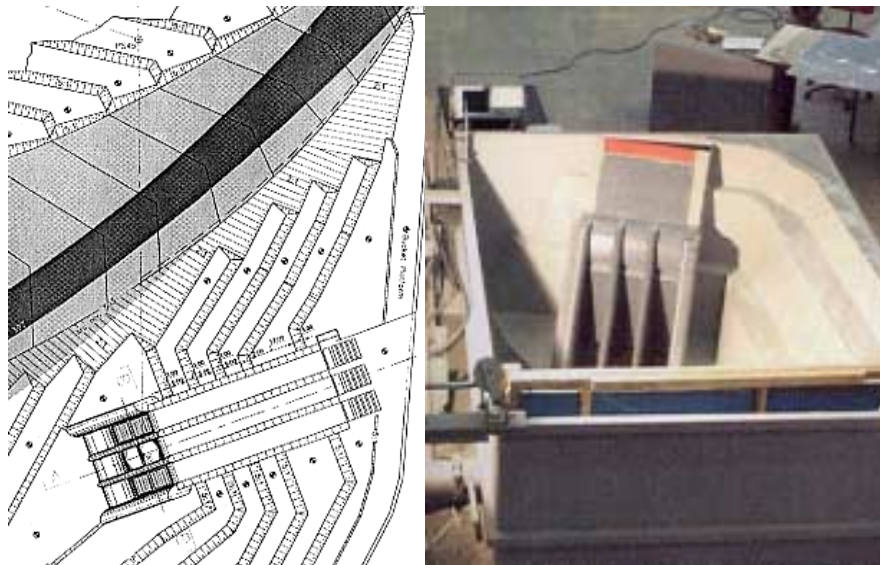


Fig.1: Gauche: situation générale de la prise d'eau à la rive droite à l'amont du barrage-voûte / Droite: vue générale du modèle dans la halle d'hydraulique
Left: general layout of the water intake area at the right bank upstream of the arch dam / Right: General view of the model set-up in the laboratory

1.2.4 Création d'un volume de rétention supplémentaire dans la retenue de Mattmark pour la protection contre les crues *Creation of an additional flood retention volume in the Mattmark reservoir*



Fig.1: Barrage de Mattmark (à gauche) et évacuateur de crues à auge (à droite)
Mattmark dam (on the left) and side weir spillway (on the right)

Le Canton du Valais prévoit d'utiliser une tranche de la retenue de Mattmark comme bassin de rétention en situations de crue. Il a mandaté le LCH pour vérifier si une surélévation de 2 m de l'évacuateur de crue (déversoir latéral) permet un laminage efficace des crues sans toutefois mettre en danger la digue de Mattmark.

Pour ce faire, les crues centennales et historiques les plus sévères, ainsi que les PMF ont été simulées pour 3 variantes de surélévation (Fig. 1) et divers scénarios d'exploitation. Le calcul de laminage a été effectué avec le modèle Routing System développé au LCH. Il prend en compte la loi d'évacuation de chaque variante calculée préalablement, les hydrogrammes de crues et la relation "hauteur-volume de retenue". Il en résulte l'hydrogramme laminé et le niveau maximal de retenue au passage de la crue.

The Valais Canton plans to use as a flood retention volume a layer of the Mattmark reservoir in case of flood. The LCH has been asked to verify that an increase in height of 2 m of the crest of the existing side spillway will ensure an effective flood routing without endangering the Mattmark earthfill dam.

The severest 100-years and historical floods, as well as the PMF, have been tested for the 3 alternatives of heightened spillway crest (Fig. 1) and several exploitation conditions. The routing calculation has been made with the computer program Routing System developed at the LCH. It takes into account the discharge law of each alternative, the incoming hydrograph and the relation "height-reservoir volume". It results in the routed hydrograph by the reservoir and the maximal level of the reservoir after the flood passage.

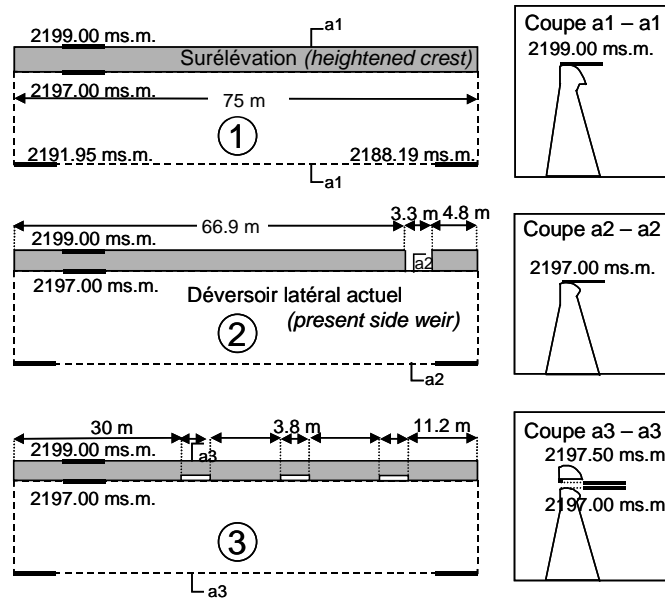


Fig. 2: Variantes d'évacuateur de crue
Alternatives of spillways

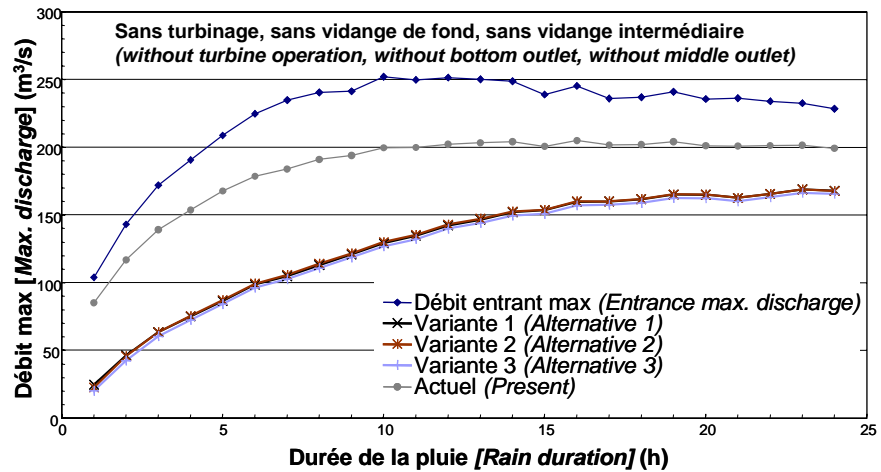


Fig. 3: Effet de laminage de la retenue sur les PMF
Flood routing effect of the Mattmark reservoir on the PMF

La variante 3 (Fig. 2) se montre la plus efficace pour les crues centennales et pour la crue historique de 1993. Pour les PMF, quelle que soit la variante, le gain du laminage est important (Fig. 3) et la cote de danger de la retenue n'est jamais atteinte.

Etude confiée par le Canton du Valais.

The third alternative (Fig. 2) is the most efficient for the 100-years and the 1993 historical flood events. For the PMF, whatever the flood hydrograph, the effect of routing is important (Fig. 3). Nevertheless, the danger level of the reservoir is not reached.

Study entrusted by the Canton of Valais.

1.2.5 Rideau d'air dans le tunnel routier de l'A6 à l'Ouest (France) ***Air curtain in a road tunnel in France***

Le groupement d'entreprises de travaux publics SOCATOP envisage d'utiliser un dispositif de rideau d'air pour isoler aérauliquement l'échangeur A13 du tunnel de l'A86 en cas d'incendie. Le principe du rideau d'air consiste à créer un flux d'air suffisamment puissant pour contrer l'écoulement transitant du tunnel vers la bretelle de l'échangeur. Selon la solution proposée, l'air aspiré dans la zone polluée est renvoyé, du plafond vers le sol de la galerie, sous forme d'un jet d'air puissant faisant un angle de 35° avec le plan vertical.

Dans ce contexte, le LCH a été sollicité pour étudier sur modèle hydraulique le comportement du rideau d'air et son efficacité. Concrètement, il s'agit de créer un écran étanche capable de supporter une différence de pression de 75 Pa.

Les résultats définissant la relation entre la perte de charge totale amont-aval et le débit de fuite traversant le jet sont présentés aux figures 1 et 2 pour différents débits du jet.

The SOCATOP Group of Enterprises for Public Works intends to use a device of an air curtain to isolate the highway interchange A13 of A86 tunnel in case of fire. The principle of the air curtain consists in creating a jet of air powerful enough to block the drainage passing in transit from the tunnel towards the interchange. According to the proposed solution, the air sucked from the polluted zone is sent back, from the ceiling towards the ground of the gallery, in the form of a powerful jet of air making an angle of 35° with the vertical plan.

In this context, the LCH was assigned to study, on a hydraulic model, the behavior of the air curtain and its efficiency. Concretely, it was a question of creating an air proof screen able to withstand a pressure difference of 75 Pa.

The results defining the relation between the total head loss and the leakage flow across the jet are presented on the Figures 1 and 2 for various discharges of the jet.

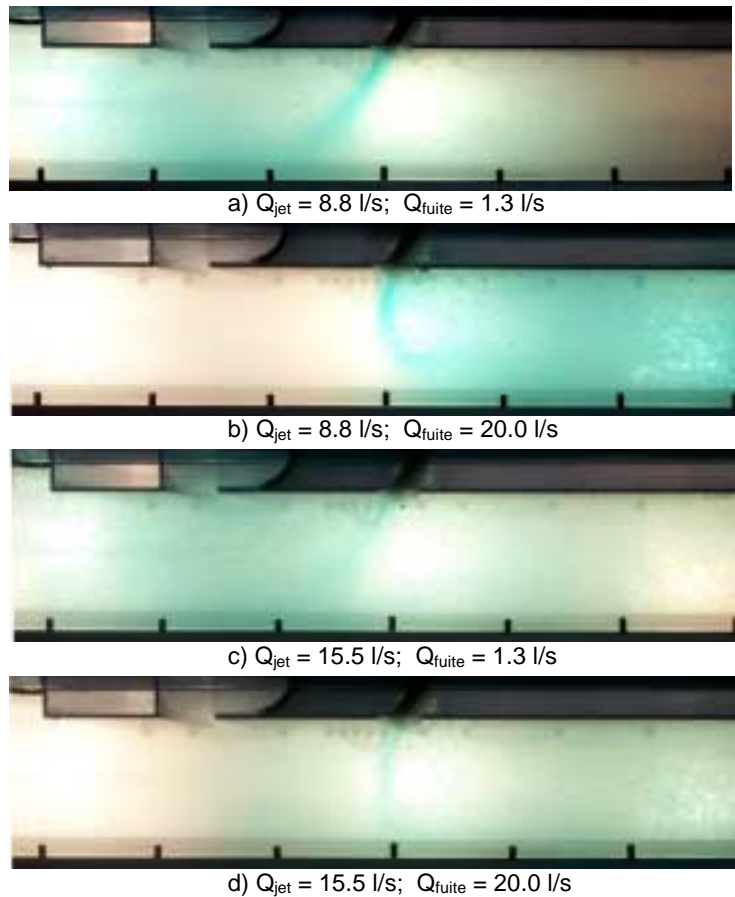


Fig. 1: Forme du jet à différents débits de fuite dans le tunnel
Geometry of jet curtain as a function of different discharges in the tunnel (leakage flow)

En adoptant le nombre d'Euler comme critère de similitude pour passer du modèle au prototype et en imposant un gradient de 75 Pa sur ce dernier, il apparaît qu'une vitesse d'environ 33 m/s est nécessaire pour éviter le passage de la fumée dans la partie saine du tunnel.

By adopting the Euler number as criterion of similarity to pass from the model to the prototype scale and by imposing a pressure gradient of 75 Pa on the latest, it seems that a jet speed of about 33 m/s is necessary to avoid the breakthrough of the smoke in the clean part of the tunnel.

Les essais de visualisation montrent que même à débit de fuite nul, un échange de masse d'air est observé entre l'amont et l'aval du rideau. C'est le jet qui est responsable de ce mélange turbulent dont la diffusion se caractérise par une vitesse de progression dans le tronçon aval de l'ordre de 1 cm/s après 60 sec. sur modèle, respectivement 10 cm/s après 120 sec. sur prototype.

Etude confiée par le Consortium SOCATOP (France).

The visualization tests show that even with no leakage flow, an exchange of air mass is observed between the upstream and the downstream of the curtain. The jet is responsible for this turbulent mixture and its diffusion is characterized by a progress speed in the downstream section of 1 cm/s after 60 sec. on the model, respectively 10 cm/s after 120 sec. on the prototype.

Study entrusted by SOCATOP Consortium (France).

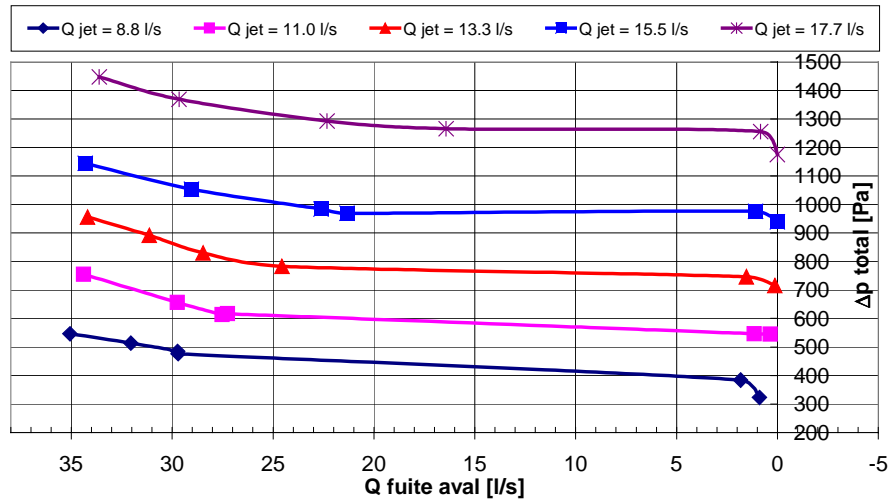


Fig. 2: Débit de fuite à travers le rideau en fonction du gradient de pression pour différents débits du jet. Valeurs modèle
Leakage flow across the curtain as a function of pressure gradient for various discharges of the jet. Model values

1.2.6 Alluvionnement de la retenue d'Aubonne *Sedimentation of Aubonne reservoir*

La société Electrique des Forces de l'Aubonne (SEFA) a effectué d'importants travaux de réhabilitation de l'aménagement qu'elle exploite sur le cours de l'Aubonne. Profitant d'un arrêt d'exploitation dû à cette intervention, la SEFA a procédé au curage des sédiments accumulés dans la retenue. A lac vide, une ségrégation des sédiments a pu être observée, confinant les matériaux fins vers la rive droite et les plus grossiers dans la partie centrale et sur la rive opposée. Ce tri granulométrique s'explique par la forme géométrique de la retenue qui privilégie l'écoulement sur le tracé du lit mineur et la formation de tourbillons de retour dans les zones d'épanouissement en rive droite. Les matériaux déposés dans les zones d'écoulement principal ont été remobilisés et évacués de manière naturelle par voie hydraulique. Par contre, l'intervention d'un trax a été nécessaire pour l'évacuation des dépôts fins cohésifs accumulés en rive droite.

Afin de faciliter les opérations périodiques de curage à l'avenir, des solutions ont été proposées pour conditionner la répartition spatiale de l'alluvionnement.

La solution retenue consiste à ouvrir une brèche en rive droite (Fig. 1) dans la presqu'île amont, dans le but d'irriguer la zone actuelle de dépôts fins par la création d'un courant traversant cette zone morte et d'éviter ainsi la sédimentation sélective de la charge solide.

L'étude confiée par la société Electrique des Forces de l'Aubonne (SEFA).

The Hydroelectric Company of the Aubonne River (SEFA) carried out important rehabilitation works of the hydraulic scheme operated on the Aubonne river. Taking advantage of a stop of operation during this period, the SEFA proceeded with the flushing out of sediments accumulated in the reservoir. With an empty lake, a sorting of the sediments could be observed, confining fine materials towards the right bank and coarser ones in the central part of the reservoir as well as on the opposite bank. This grain sorting is caused by the geometrical shape of the reservoir which favors the flow in the minor bed and the formation of return flows in the right bank zones. Materials deposited in the zones of the main flow were remobilized and evacuated in a natural manner by hydraulic flushing. On the other hand, the use of a bulldozer was necessary for the evacuation of the fine, cohesive deposits accumulated on the right bank.

In order to improve in future the periodic operations of flushing, it was a question of proposing solutions to control the spatial distribution of the sedimentation.

The adopted solution consists in opening a channel in the right bank (Fig. 1) through the peninsula, with the aim of feeding the zone of fine deposits with flushing water by the creation of a current crossing this dead zone and thus avoiding the selective deposition of the sediment load.

Study entrusted by the Hydroelectric Company of the Aubonne River (SEFA).

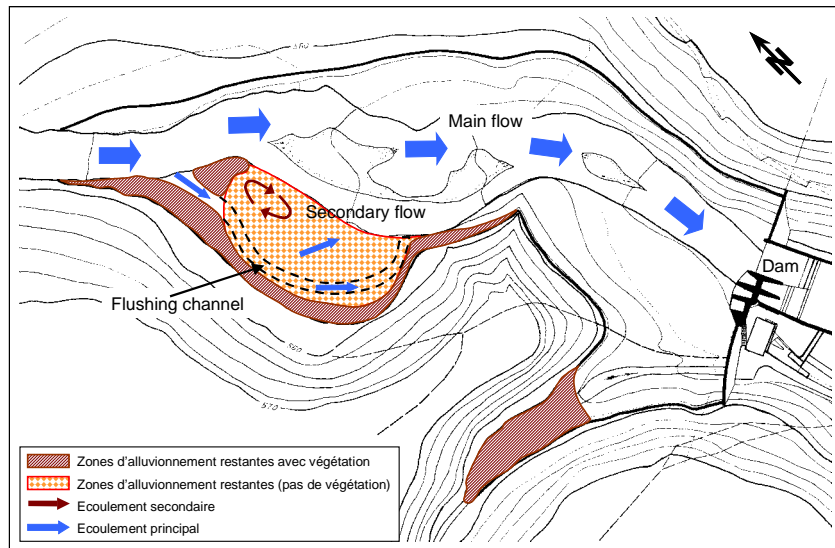


Fig. 1: Brèche d'irrigation dans la presqu'île / Flushing channel through the peninsula

1.2.7 Ensablement du port de petite batellerie de la commune de Coppet (Lac Léman) *Silting up of a leisure harbor at Coppet (Lake Geneva)*

Le port de petite batellerie de la commune de Coppet, en rive nord du Léman, est confronté à un ensablement chronique perturbant régulièrement les manœuvres des bateaux. Le LCH a été mandaté pour rechercher des solutions à long terme contre l'ensablement du port.

L'analyse des mécanismes d'ensablement est passée par :

- l'étude anémométrique et hydrodynamique locale,
- la comparaison de la bathymétrie actuelle du port avec celle après dragage,
- la courantologie sous le vent et les vagues de sud-ouest, et de Bise.

The leisure ship harbor of the Coppet commune, on the northern shore of Lake Geneva, is regularly silted-up which hinders the ship maneuverings. The LCH was asked to find long-term solutions against the silting-up of the harbor.

The analysis of the sedimentation process was based on :

- *the local anemometric and hydrodynamic study,*
- *the comparison between the actual bathymetry of the harbor and that after dredging,*
- *the currents due to southwestern wind and waves and of the north wind.*

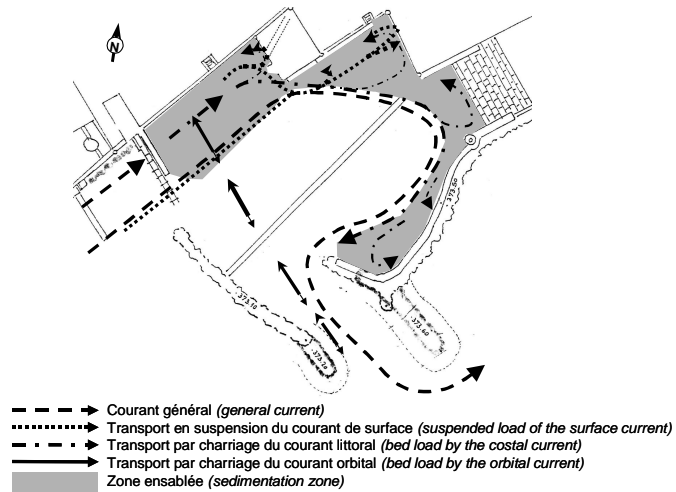


Fig.1 : Schéma des processus d'ensablement / Schema of the sedimentation process

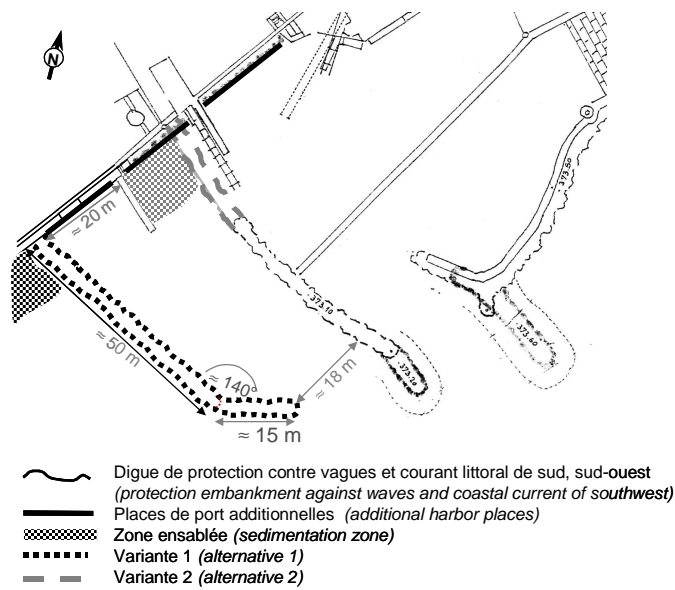


Fig. 2: Schéma de deux solutions proposées / Schemas of the two proposed solutions

Il s'avère que seuls les vagues et le vent de sud-ouest peuvent expliquer l'état d'ensablement actuel (Fig.1).

Les deux solutions proposées pour limiter l'ensablement du port consistent à fermer la passe ouest (Fig. 2) qui apparaît comme une véritable "ouverture" aux vagues de sud-ouest et à l'alimentation du port en sédiments.

Etude confiée par la Commune de Coppet.

It seems that only the waves and the southwesterly wind can explain the present silting of the harbor (Fig.1).

The two proposed solutions to limit the sedimentation of the harbor consist in closing the west pass (Fig. 2), which seems to be an important opening to south-west waves and of the harbor sand feed.

Study entrusted by the Commune of Coppet.

1.2.8 Voûtage de Novalet sur St-Saphorin

Culvert at Novalet stream near St. Saphorin

Le ruisseau du Novalet sur la Commune de St-Saphorin doit être réhabilité sur le tronçon canalisé franchissant la route cantonale, les voies CFF et les caves du château de Glérolles jusqu'au Léman. Par la même occasion la capacité du voûtage doit être augmentée de manière à permettre le passage de $Q_{100 \text{ ans}}$ sans mise en charge de la galerie.

Dans le but de confirmer la faisabilité du projet, le service des eaux, sols et assainissement du canton de Vaud (SESA) a confié une expertise hydraulique au LCH. Il s'agissait également d'effectuer une étude de sensibilité du système et de proposer les ajustements nécessaires le cas échéant.

Le calcul des lignes d'eau a été effectué sur un tronçon de 70 m environ à l'aide du programme HEC-RAS.

Le calcul hydraulique a été réalisé pour différents débits et configurations afin de déterminer la meilleure solution à partir de la situation existante (Fig. 1).

The little Novalet river crossing the Commune of St. Saphorin must be rehabilitated on the canalized section crossing the cantonal road, the CFF railway line and the wine cellars of the castle of Glérolles all the way to lake Geneva. At the same time, the capacity of the culvert must be increased in order to permit the passage of a 100-years flood without pressure flow in the gallery.

With the purpose of confirming the feasibility of the project, the Service of waters, soils and purification of the canton of Vaud (SESA) has asked the LCH for a hydraulic expert assessment. Furthermore, a sensitivity analysis of the system had to be carried and required modification of the channel bed had to be proposed.

The calculation of the water levels has been performed on a stretch of about 70 m with the help of the HEC-RAS program. The hydraulic calculation has been done for different discharges and configurations in order to determine the best solution based on the existing situation (Fig. 1).

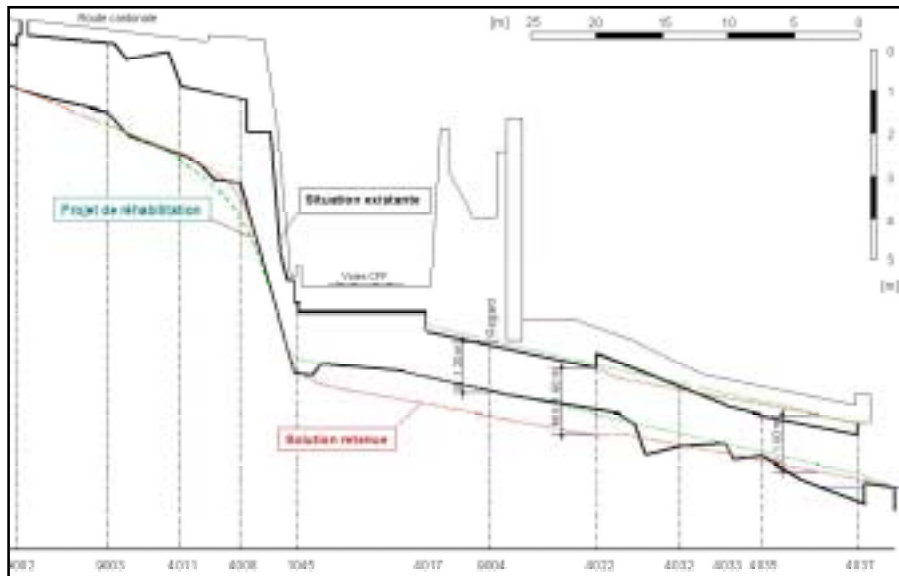


Fig. 1. Profil en long de la situation existante du projet de réhabilitation (SESA) et de la solution retenue
Longitudinal profile of the existing situation of the rehabilitation project (SESA) and of the retained solution

Les résultats du calcul montrent que la mise en charge de la conduite intervient déjà à partir d'un débit de l'ordre de $4.0 \text{ m}^3/\text{s}$, correspondant à une période de retour inférieure à 5 ans, due au rétrécissement de section sous les caves du château. Une intervention est nécessaire pour assurer le passage de $Q_{100 \text{ ans}}$.

La solution retenue permet le passage de la crue centennale de $7.5 \text{ m}^3/\text{s}$ avec une hauteur de remplissage $h=0.75D$ environ permettant de conserver le tirant d'air requis. Elle consiste en une réhabilitation partielle qui concerne les éléments suivants :

1. Arrondissement du radier de la galerie au pied et à l'amont de la chute des voies CFF.

The results of the calculation revealed that a pressurised flow at the culvert already occurs for a discharge of about $4.0 \text{ m}^3/\text{s}$, corresponding to a return period lower than 5 years, due to the narrower section under the cellars of the castle. A modification is necessary to assure the passage of the 100-years flood.

The selected solution allows the passage of the 100-years flood of $7.5 \text{ m}^3/\text{s}$ with a filling height of $h=0.75D$ permitting to keep the required height above the water line. It consists in a partial rehabilitation that concerns the following elements:

1. *Increasing of the longitudinal curvature of the gallery invert at the foot and on the top of the fall, upstream of the CFF railway line.*

2. Réhabilitation du voûtage sous les voies CFF en augmentant la hauteur de la section rectangulaire à 1.60 m, par abaissement du radier sur une distance de 25 m environ.
3. Introduction d'une canalisation circulaire de $\varnothing=1.30$ m à l'aval de la cave du château.

Etude confiée par le Service des eaux, sols et assainissement du canton de Vaud (SESA).

1.2.9 **Projet Vevey** **Vevey Project**

La ville de Vevey doit être protégée contre les inondations de la Veveyse jusqu'à la crue centennale dont le débit de pointe s'élève à $Q=170$ m³/s. La modélisation numérique des écoulements met en évidence des insuffisances locales de capacité en regard de cet objectif. La solution envisagée pour y remédier est développée en deux étapes.

La première concerne des aménagements ponctuels pour garantir le passage d'un débit $Q=140$ m³/s dans la traversée de Vevey. Il s'agit essentiellement de surélévation de murs et d'un pont ainsi que de corrections du profil en long du lit. La deuxième étape prévoit la réalisation d'un bassin de rétention au lieu dit en Toveires, en amont du remblai sous lequel la Veveyse est canalisée.

Afin de tenir compte de l'influence du transport solide, un modèle numérique a été développé au LCH pour la simulation des écoulements dans un cours d'eau à lit mobile. Le modèle "Depero" permet le calcul des lignes d'eau et du charriage en tenant compte des changements géométriques qui résultent de l'érosion et de l'alluvionnement du lit.

2. *Rehabilitation of the culvert under the CFF railway line by increasing the height of the rectangular section to 1.60 m. This is achieved by lowering of the sill on a distance of about 25 m.*
3. *Placement of a circular conduit of $\varnothing=1.30$ m downstream of the cellar of the castle.*

Study entrusted by the Service of waters, soils and purification of the canton of Vaud (SESA).

The city of Vevey has to be protected against floods of the River Veveyse up to the 100-years flood whose peak discharge reaches $Q=170$ m³/s. The water surface calculations for this design discharge revealed locally a too small discharge capacity of the river bed. The required remedial measures were developed in two stages.

First, local river training works have to be carried out in order to guarantee the passage of a discharge of $Q=140$ m³/s across the town of Vevey. They consist mainly in raising of walls and a bridge as well as modifying of the longitudinal profile of the river bed. The second stage foresees the construction of a retention basin, upstream of the embankment, near Toveires crossed by the Veveyse, which is a closed channel.

In order to take into account the influence of sediment transport, a numerical model has been developed at the LCH for the simulation of the flow interaction with a mobile river bed. The "Depero" model allows the calculation of the water surface and the bed load transport while taking into account the geometric changes of the flow sections that result from erosion and sedimentation.



Fig 1: La rivière Veveyse à Vevey / *The Veveyse river at Vevey*

L'étude des écoulements dans la basse Veveyse a montré que la présence d'un ouvrage de rétention en Toveires réduit fortement le transit des sédiments au travers du voûtage dès que son embouchure est mise en charge. Dans ce cas, l'influence du transport solide sur le tronçon canalisé (Fig. 1) de la Veveyse devient négligeable.

Etude confiée par Stucky Ingénieurs-Conseils S.A.

The hydraulic study in the lower Veveyse showed that the presence of a retention basin in Toveires strongly reduces the transit of the sediments through the culvert as soon as its entry is pressurized. Then, the influence of the solid transport on the canalised section of the Veveyse (Fig. 1) becomes negligible.

Study entrusted by Stucky Consulting Engineers Ltd.

1.2.10Projet Minerve /*Minerve Project*

MINERVE est l'acronyme de *Modélisation Interdisciplinaire Numérique des Effets des Retenues Valaisannes à but Energétique*. Ses principaux objectifs peuvent se résumer comme suit:

- Développer un outil de prévision des crues en temps réel couplant des informations météorologiques avec un modèle hydrologique.

MINERVE is the acronym of Numerical Interdisciplinary Modelling of the Effects of the Valais Storage Reservoirs for Hydropower. Its main objectives can be summarized as follows:

- *To develop a real time tool to forecast the floods in coupling meteorological information with a hydrological model:*

- Simuler les écoulements au travers des aménagements et dans les cours d'eau, sur la base de scénarios météorologiques.
- Suivre les écoulements dans le système grâce à l'acquisition automatique de données mesurées.
- Optimiser les consignes d'exploitation des aménagements dans l'objectif de la protection contre les crues.
- To simulate discharges through hydropower schemes and in the rivers, based on meteorological scenarios.
- To know the discharges at any point and at any time in the system thanks to the automatic acquisition of measured data.
- To optimise the operation guidelines of hydropower schemes with the aim of increasing the safety during floods.

Les premiers résultats mettent en évidence l'importance de l'effet de routage des retenues et l'influence significative du taux initial de remplissage des retenues (Fig. 1).

Eude confiée par le Canton du Valais.

The first results show the important flood routing effect of the reservoir and the significant influence of its initial fill-rate (Fig. 1).

Study entrusted by the Canton of Valais.

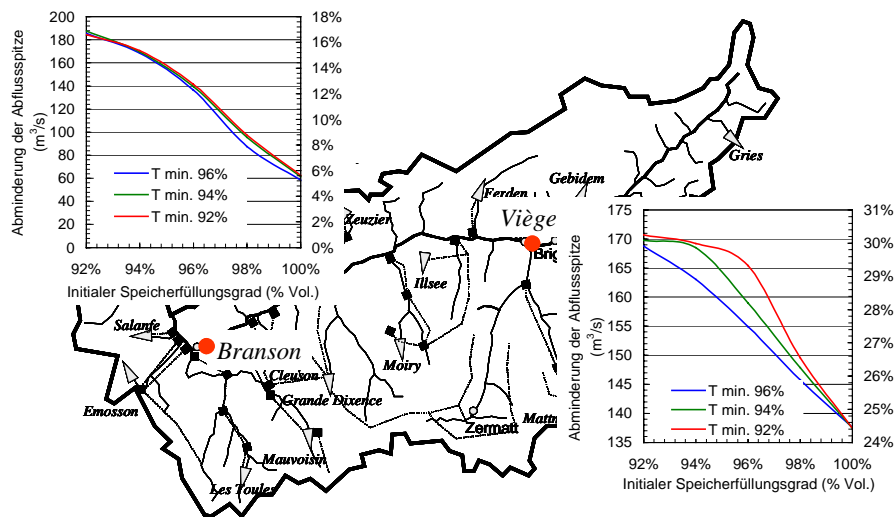


Fig.1: Réduction de la pointe des crues par les retenues en fonction du taux initial de remplissage et de l'enclenchement du turbinage préventif. A gauche: Branson; à droite: Viège

Reduction of flood peaks by the storage reservoirs in the Canton of Valais as a function of initial filling rate and the preventive turbine operation. On the left: Branson; on the right: Viège

2. ENSEIGNEMENT / TEACHING (année académique/academic year 1999/2000)

2.1 Nouveau cycle postgrade en aménagements hydrauliques (1999 - 2001)

New postgraduate studies in hydraulic schemes (1999 - 2001)

En collaboration avec l'EPF-Zurich, les universités de Munich, d'Innsbruck et de Liège ainsi que l'Institut national polytechnique de Grenoble, le Laboratoire de constructions hydrauliques a organisé un nouveau cycle d'études postgrades en aménagements hydrauliques qui a démarré le 13 septembre 1999 à l'EPFL.

Institutions partenaires

Les institutions partenaires sont:

- l'ETH Zurich, Laboratoire de recherches hydrauliques, hydrologiques et glaciologiques (VAW)
- la Technische Universität München, Allemagne, Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft
- l'Université d'Innsbruck, Autriche, Institut für Wasserbau (IWI)
- l'Institut National Polytechnique de Grenoble, France, Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique et de Mécanique (ENSHMG)
- l'Université de Liège, Belgique, Laboratoire de Mécanique des Fluides, d'Hydrodynamique appliquée et de Constructions Hydrauliques.

Objectifs

La formation postgrade est le principal vecteur de transfert de technologie. Elle permet de transmettre les derniers

In collaboration with ETH-Zurich, the Universities of Munich, Innsbruck and Liège as well as the Institut National Polytechnique de Grenoble, the Laboratory of Hydraulic Constructions has organised new postgraduate studies in hydraulic schemes, which were officially opened on September 13th, 1999 at the EPFL.

Associated institutions

The associated institutions are:

- *the ETH Zurich, Laboratory for Hydraulics, Hydrology and Glaciology (Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie - VAW)*
- *the Technische Universität München, Germany, Institute of Hydraulic and Water Resources Engineering*
- *the University of Innsbruck, Austria, Institut für Wasserbau (IWI)*
- *the L'Institut National Polytechnique de Grenoble, France, Fluid Mechanics, Civil and Mechanical Engineering School (ENSHMG)*
- *and the University of Liège, Belgium, Laboratory for fluid mechanics, applied hydrodynamics and hydraulic constructions.*

Objectives

Postgraduate training is the principal vector of technology transfer. It is an outstanding means to transfer the latest

développements conceptuels, scientifiques et technologiques vers la pratique. Dans cette perspective, le cycle d'études postgrades en aménagements hydrauliques vise à développer une haute qualification technique dans les différents domaines d'application ainsi qu'une maîtrise de la gestion socio-économique et écologique d'un projet. L'ingénieur issu de la postformation pourra se profiler comme chef de projets d'aménagements hydrauliques, dans un domaine d'activité appréhendé au sens large et couvrant tout le cycle de vie des aménagements.

Domaines

Le cours est subdivisé en huit thèmes qui traitent les sujets suivants :

- Ressources et approvisionnement en eau
- Conception intégrée et impact des aménagements hydrauliques
- Dimensionnement et réalisation des aménagements hydrauliques et barrages
- Aménagements hydroélectriques
- Aménagements de cours d'eau et maîtrise des crues
- Systèmes urbains
- Economie, planification et gestion de projets
- Revitalisation de cours d'eau et génie biologique.

Organisation et structure du cycle

Le cycle offre 600 h. de cours, d'exercices et de travaux pratiques sur deux ans et se termine par la réalisation d'un travail postgrade. Afin d'en favoriser l'accès aux personnes actives profes-

conceptual, scientific and technological developments from research to practice. The aim of the postgraduate studies in hydraulic schemes is to acquire a very high technical qualification in different fields of application as well as to master the socio-economic and ecological aspects of a project. After having successfully completed the course, the engineer should be qualified to assume the function of chief project engineer in hydraulic schemes and be able to deal with a large domain of activities covering the whole life cycle of hydraulic schemes.

Topics

The course is composed of eight topics covering the following subjects:

- *Water resources and supply*
- *Integrated conception and impact of hydraulic schemes*
- *Design and construction of hydraulic schemes and dams*
- *Hydroelectric powerplants*
- *River training works and flood management*
- *Water supply, drainage and sewerage in urban areas*
- *Economy, planning and project management*
- *Revitalisation of river courses and biotechnical engineering.*

Organisation and course structure

The program of 600 hours of courses, exercises and practical works during two years ends with the completion of a diploma project. In order to encourage the participation of active professionals,

sionnellement, les cours sont organisés à temps partiel à un rythme régulier de 1 jour de 8 heures par semaine, sur 38 semaines annuelles. Il est organisé en modules d'une durée de 60 à 120 h., eux-mêmes fractionnés en sous-modules de 10 à 40 h. environ. Les modules 1 à 8 seront complétés par un projet de diplôme postgrade individuel représentant environ 400 h. de travail, faisant l'objet d'un mémoire.

Enseignement

L'enseignement est assuré par les professeurs, les chargés de cours et les collaborateurs scientifiques des six instituts partenaires. D'autres instituts de l'EPFL, organisations publiques, bureaux d'études et experts contribuent également à l'enseignement.

the course is organized on a regular part time basis i.e. one day (8 hours) per week, 38 weeks per year. Le course is divided into modules of 60 to 120 hours each. They are divided into submodules of 10 to 40 hours each. Modules 1 to 8 will be followed by an individual Master's Project of approximately 400 hours ending with the presentation of a written dissertation.

Teaching

The lectures are given mainly by professors, senior lecturers and scientific staff members of the six partner institutes. Other EPFL institutes, public organisations, consulting firms and experts also contribute to the teaching.



Participants à la première session

La première session a vu la participation de 27 candidats au cycle complet, ressortissants des pays suivants: Allemagne, Brésil, Inde, Italie, Madagascar, Népal, Portugal, Tunisie, Turquie et Suisse.

Participants of the first session

The first session was followed by 27 full time participants, citizens of the following countries: Germany, Brazil, India, Italy, Madagascar, Nepal, Portugal, Tunisia, Turkey and Switzerland.

2.2 Cours à l'EPFL / Courses at EPFL
(donnés par les collaborateurs du LCH / given by LCH staff)

2.2.1 Cours de 2^{ème} cycle au Département de génie civil
Graduate courses in Civil Engineering Department

Schleiss Anton; Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, professeur ordinaire
Ph.D., Civil Engineer, Ordinary Professor

Aménagements hydrauliques I <i>Hydraulic structures and schemes I</i>	42 heures, 5 ^{ème} semestre
Aménagements hydrauliques II <i>Hydraulic structures and schemes II</i>	42 heures, 6 ^{ème} semestre
Organisation, économie et droit de la construction I / <i>Organisation, economics, construction law I</i>	28 heures, 7 ^{ème} semestre avec le Prof. Dr P. Tercier et L. Mouvet, chargé de cours
Organisation, économie et droit de la construction II / <i>Organisation, economics, construction law II</i>	28 heures, 8 ^{ème} semestre avec le Prof. Dr P. Tercier et L. Mouvet, chargé de cours
Hydraulique fluviale et aménagements des cours d'eau / <i>Fluvial hydraulics and river draining works</i>	42 heures, 5 ou 7 ^{ème} semestre avec Prof. Dr W.H. Graf

Lafitte Raymond; ingénieur civil, professeur titulaire / *Civil Engineer, Titular Professor*

Centrales énergétiques / <i>Energy powerplants</i>	42 heures, 7 ^{ème} semestre
Economie hydraulique et économie énergétique <i>Water economics and energy economics</i>	28 heures, 8 ^{ème} semestre

Boillat Jean-Louis, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, chargé de cours
Ph.D., Civil Engineer, Senior Lecturer

Systèmes hydrauliques urbains / <i>Urban hydraulic systems</i>	42 heures, 6 ^{ème} semestre
Réseaux hydrauliques et énergétiques <i>Hydraulic and energy networks</i>	42 heures, 7 ^{ème} semestre avec C. Rodriguez, chargé de cours

Mouvet Laurent; ingénieur civil, chargé de cours
Civil Engineer, Senior Lecturer

Organisation, économie et droit de la construction I / *Organisation, economics, construction law I* 28 heures, 7^{ème} semestre avec Prof. Dr P. Tercier et Prof. Dr A. Schleiss

Organisation, économie et droit de la construction II / *Organisation, economics, construction law II* 28 heures, 8^{ème} semestre avec Prof. Dr P. Tercier et Prof. Dr A. Schleiss

Wolf John P., Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, chargé de cours
Ph.D., Civil Engineer, Senior Lecturer

Interactions dynamiques sol-structure 42 heures, 8^{ème} semestre
Dynamic soil-structure interactions

2.2.2 Cours de 2^{ème} cycle au Département de génie rural ***Graduate courses in Rural Engineering Department***

Boillat Jean-Louis, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, chargé de cours
Ph.D., Civil Engineer, Senior Lecturer

Hydraulique II et réseaux d'assainissement 56 heures, 5^{ème} semestre
Hydraulics II and sewer networks

Gestion des eaux de surface II 8 heures, 8^{ème} semestre
Surface water management II Cours du Prof. A. Musy

2.2.3 Cours postgrade en aménagements hydrauliques ***Postgraduate courses in hydraulic structures and schemes***

Schleiss Anton; Dr ès sc. techniques, ingénieur civil, professeur ordinaire
Ph.D., Civil Engineer, Ordinary Professor

Module 1: Ressources et approvisionnement en eau
Water resources and supply
10 heures

Module 2: Conception intégrée et impact des aménagements hydrauliques
Integrated conception and impact of hydraulic schemes
18 heures

Module 3: Dimensionnement et réalisation des aménagements hydrauliques et barrages / *Design and construction of hydraulic schemes and dams*
14 heures

- Module 4: Aménagements hydroélectriques / *Hydroelectric powerplants*
16 heures
- Module 5: Aménagements de cours d'eau et maîtrise des crues
River training works and flood management
4 heures

Boillat Jean-Louis, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, chargé de cours
Ph.D., Civil Engineer, Senior Lecturer

- Module 1: Ressources et approvisionnement en eau
Water resources and supply
4 heures
- Module 3: Dimensionnement et réalisation des aménagements hydrauliques et barrages / *Design and construction of hydraulic schemes and dams*
10 heures
- Module 5: Aménagements de cours d'eau et maîtrise des crues
River training works and flood management
6 heures

De Cesare Giovanni, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil
Ph.D., Civil Engineer

- Module 4: Aménagements hydroélectriques / *Hydroelectric powerplants*
2 heures
- Module 5: Aménagements de cours d'eau et maîtrise des crues
River training works and flood management
2 heures

Dubois Jérôme, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil
Ph.D., Civil Engineer

- Module 5: Aménagements de cours d'eau et maîtrise des crues
River training works and flood management
14 heures

Mouvet Laurent, ingénieur civil, chargé de cours
Civil Engineer, Senior Lecturer

- Module 4: Aménagements hydroélectriques / *Hydroelectric powerplants*
16 heures

Wolf John P., Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, chargé de cours
Ph.D., Civil Engineer, Senior Lecturer

Module 3: Dimensionnement et réalisation des aménagements hydrauliques et barrages / *Design and construction of hydraulic schemes and dams*
12 heures

2.2.4 Cours postgrade en hydrologie ***Postgraduate courses in hydrology***

Boillat Jean-Louis, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, chargé de cours
Ph.D., Civil Engineer, Senior Lecturer

Module C1: Processus et modélisation hydrologiques
Hydrological processes and modeling
12 heures

2.2.5 Cours postgrade en énergie ***Postgraduate courses in energy***

Mouvet Laurent, ingénieur civil, chargé de cours
Civil Engineer, Senior Lecturer

Module B3.1: Barrages et retenues
Dams and reservoirs
16 heures

2.3 Cours hors EPFL / *Courses outside of EPFL*

Dubois Jérôme, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil
Ph.D., Civil Engineer

Ecole d'Ingénieurs du Canton de Vaud (EIVD), Section génie civil, Hydraulique. 1^{er} semestre, 75 heures.
School of Engineers of Canton Vaud, Section of Civil Engineering, Hydraulics, 1st semester, 75 hours.

Schneiter Louis

Ecole d'Ingénieurs du Canton de Vaud (EIVD), Section génie civil, Hydraulique. 1^{er} semestre, 4 heures.
School of Engineers of Canton Vaud, Section of Civil Engineering, Hydraulics, 1st semester, 4 hours.

Boillat Jean-Louis, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, chargé de cours
Ph.D., Civil Engineer, Senior Lecturer

Ecole d'Ingénieurs du Canton de Vaud (EIVD), Section génie civil,
School of Engineers of Canton Vaud, Section of Civil Engineering,

Hydraulique appliquée I 51 heures, 5^{ème} semestre
Applied Hydraulics I

Hydraulique appliquée II 68 heures, 6^{ème} semestre
Applied Hydraulics II

2.4 Projets et laboratoires du 2^{ème} cycle au Département de génie civil

Graduate student projects and laboratory works in the Civil Engineering Department

Projet de construction / Construction project

Mini-centrale de Grandvillard

Dans le cadre du programme "Energie 2000", établissement de l'avant-projet d'une mini-centrale hydroélectrique en amont du village de Grandvillard (Canton de Fribourg). Le projet se découpe en:

- une étude hydrologique (définition du bassin versant; calcul des débits de crue par des méthodes empiriques et statistiques; choix de la crue de dimensionnement),
- une étude de variantes (comparaison des prix de construction des divers éléments de l'aménagement – prise d'eau, dessableur, canal d'amenée, chambre de mise ne charge, conduite forcée, centrale; comparaison du coût de l'électricité; comparaison de l'impact sur l'environnement),
- avant-projet (dimensionnement optimal et plan de tous les éléments de l'aménagement)

Etudiants: E. Bert, J. Friedrich, A. Galmarini, A. Pesch, L. Savoldelli, A. Sevestre – 6^{ème} semestre

Barrage de Shahid Rajaei, Iran

Recherche de variantes et avant-projet sommaire pour un barrage à buts multiples (irrigation, alimentation en eau, contrôle des crues et potentiel hydroélectrique). La solution retenue par les étudiants est un barrage-voûte à double courbure de 130 à 145 m de hauteur, équipé d'un déversoir de 2000 m³/s de capacité d'évacuateur de crues

Etudiants: C. Bachmann, X. Dewarrat, N. Iliadis, J. Jenzer, M. Ly – 8^{ème} semestre

Projet de systèmes civils / Civil system project

Etablissement d'un plan régional d'évacuation des eaux

Application d'un concept d'analyse et des méthodes de calcul adéquates au bassin versant naturel de la Haute Broye regroupant une quarantaine de communes. Interprétation, analyse et valorisation de la méthode et des résultats dans l'objectif d'une publication.

M. Audergon

Découpage schématique d'un réseau hydrologique complexe

Structuration du réseau hydrographique du canton du Valais dans l'objectif d'une simulation des situations de crues. Implémentation de l'ensemble des éléments du système (bassins versants, prises d'eau, retenues de barrages, restitutions de centrales, réseau naturel des cours d'eau) dans l'environnement ArcView. Etablissement de bilans et propositions d'agrégation.

Etudiants: J. Jenzer, M. Kestenholz, P. Joris

Optimisation de l'exploitation de l'aménagement hydroélectrique des Kraftwerke Oberhasli au Grimsel (Canton de Berne)

Analyse détaillée de l'exploitation de l'aménagement, recherche des améliorations possibles visant à augmenter le rendement économique des équipements. Etablissement d'un modèle de simulation de l'exploitation, inventaire des améliorations techniques envisageables, calcul du prix, estimation de l'enveloppe en termes d'exploitation et de recettes.

Etudiants: P. Chopard, M. Maître, M. Thomann, J.-F. Wavre, F. Würigler

Analyse des synergies possibles pour une exploitation coordonnée des aménagements hydroélectriques de Grande Dixence et de Mauvoisin (Canton du Valais)

Analyse détaillée de l'exploitation des deux aménagements, recherche des mesures envisageables pour améliorer l'exploitation conjointe des 2 aménagements, par une évaluation globale. Etablissement d'un modèle de simulation de l'exploitation, évaluation des coûts et des recettes, bilan économique, propositions de mesures d'amélioration de l'exploitation.

Etudiants: C. Selzer, T. Desaulles, C. Behnam

Projet – Echange

Contractual framework for construction of large public infrastructure in India.

Etudiants: Anant Gupta, Sudhir Kumar, Indian Institute of Technology, Dehli.

Laboratoires

Mesures in situ / In situ measurements

Introduction aux méthodes de mesure de précipitations et de débits in situ. Acquisition, traitement et exploitation de mesures dans l'optique d'une modélisation numérique. Simulation des fonctions de production et de transfert "pluie-débit", étalonnage et vérification d'un modèle sur un bassin versant et un cours d'eau réels.

Etudiants: P. Chopard; M. Ly, D. Brügger, M. Kestenholz, 8^{ème} semestre

STS

Histoire de l'aménagement du Rhin / *History of the Rhine scheme*

Histoire et évolution de l'aménagement du fleuve entre Bâle et Strasbourg. Correction et régulation du Rhin et les aménagements hydroélectriques.

Etudiant: F. Würzler, 7^{ème} semestre

Le projet des "Trois Gorges" en Chine / *Three Gorges project in China*

Analyse des problèmes environnementaux et socio-économiques posés par la réalisation d'un gigantesque aménagement hydraulique.

Etudiants: E. Bert, J. Friedrich, M. Hofmann, 5^{ème} semestre

Avantages et inconvénients des grands barrages – Etude de cas / *Benefits and inconvenients of large dams – Case study*

La balance entre les avantages et les inconvénients des grands projets de barrage est remise en question aujourd'hui. Le but du travail est d'analyser de manière critique tous les effets d'un aménagement particulier choisi avec les étudiants.

Etudiants: T. Meystre, X. Dewarrat, C. Selzer, 7^{ème} semestre

Histoire de l'aménagement des eaux dans les Alpes suisses / *History of a water scheme in the Swiss Alps*

Aménagements hydrauliques pour l'approvisionnement en eau, l'irrigation, la production d'énergie et la navigation en Suisse avant 1900.

Etudiants: D. Conciatori, J.-F. Wavre, 7^{ème} semestre.

2.5 Travaux pratiques de diplôme / *Diploma thesis works*

octobre 1999 / mars 2000

Revitalisation du vieux Rhône entre la Porte du Scex et le Léman / *Revitalisation of the Vieux Rhône River between la Porte du Scex and Lake Geneva*

Analyse du comportement hydraulique des cours d'eau. Définition des objectifs de protection et élaboration des cartes de danger. Etude d'un aménagement orienté en priorité vers la renaturation. Elaboration de la solution retenue jusqu'au stade de l'avant-projet. Evaluation du risque résiduel.

Diplômant: G. Demontmolin

(Génie rural / Rural engineering)

Barrage et centrale hydroélectrique de Deriner / *Deriner Dam and H.E.P.P.*

Aménagement hydroélectrique de Deriner en Turquie. Barrage en béton d'une hauteur d'environ 250 m et centrale hydroélectrique d'environ 700 MW. Comparaison de divers types de barrage envisageables et ouvrages annexes. Avant-projet de la solution retenue.

Diplômante: S. Frigeri, Lauréate des Prix Stucky et Prix Zschokke

Aménagement à buts multiples sur le Rhône / *Multi-purpose hydraulic schemes on the Rhône River*

Evaluation de la synergie entre le projet de la 3^{ème} correction du Rhône en Valais entre Martigny et Brigue et le projet Hydro-Rhône de centrales hydroélectriques au fil de l'eau. Valorisation du potentiel énergétique du Rhône dans la plaine valaisanne par des paliers bien intégrés dans le paysage et la renaturation du Rhône en tenant compte des objectifs de la protection contre les crues.

Diplômant: P. Irriger

Canal de dérivation du Júcar au Vinalopó / *Derivation channel from Jucar river to Vinalopó river*

La vallée de la Vinalopó (Sud-Est de l'Espagne) manque considérablement d'eau pour l'irrigation. La solution proposée est de dériver quelques 80 mio de m³/an d'eau du fleuve Júcar, situé à 70 km au nord. Suite à une étude approfondie des différentes solutions envisageables, un avant-projet pour l'ensemble de l'aménagement a été développé, comportant un canal de dérivation de 70 km de longueur, une prise d'eau dans un bassin existant en exploitation, de nombreux tunnels et siphons, une mini centrale hydroélectrique, et un barrage créant une retenue de 20 mio m³ servant à la régulation du débit.

Diplômant: Carlos Garrido

Etude systématique d'un ouvrage de contrôle du débit / *Systematic study of a discharge control device*

Ouvrage de contrôle du débit sur les cours d'eau. Etude paramétrique sur modèle hydraulique d'un ouvrage destiné à optimiser le processus de rétention dans une perspective de protection contre les crues. Application aux ruisseaux de La Mèbre et de La Sorge dans une zone urbanisée de l'Ouest lausannois. Présentation du concept et des résultats sous la forme d'une publication dans une revue spécialisée.

Diplômant: D. Kreis

Diplômant en échange ERASMUS / *ERASMUS exchange diploma student*

Jérémy Teiller (France) Comportement hydraulique des digues fusibles -
1.12.99-30.6.00 *Hydraulic behaviour of fuse plug dams*
Etude des modifications induites sur le transport solide
par un soutirage latéral / *Influence of a side weir on the
sediment transport in a channel*

2.6 Excursions d'étudiants / *Student excursions*

Visite des barrages de Rossens et de Schiffenen ainsi que de la centrale hydroélectrique de Schiffenen, EEF (7^{ème} semestre, 18 participants), (4 février 2000).

Cours d'eau aménagés de la Côte vaudoise (7^{ème} semestre GR, 25 participants), (13 avril 2000).

Aménagement hydraulique de Grandvillard et Electrobroc (6^{ème} semestre, 8 participants), (12 mai 2000).

Visite du chantier de l'aménagement hydroélectrique de Ruppoldingen sur l'Aar (6^{ème} semestre, 20 participants), (24 mai 2000).



Aménagement hydroélectrique de Ruppoldingen
Hydroelectric scheme Ruppoldingen

Barrage de la Grande Dixence et Centrale de Bieudron, 25 étudiants du cycle postgrade en aménagements hydrauliques (21 juillet 2000).



Aménagement hydroélectrique de Cleuson-Dixence: salle des machines (à gauche) et
roue de la turbine Pelton (à droite)
*Hydroelectric scheme Cleuson-Dixence: machine hall (on the left) and Pelton turbine
runner (on the right)*

Kraftwerke Oberhasli (KWO) et centrale d'Innertkirchen, 12 étudiants du cycle postgrade en aménagements hydrauliques (29-30 septembre 2000).

Port de Bâle et usine au fil de l'eau Augst-Wyhlen, 20 étudiants du cycle postgrade en aménagements hydrauliques (27 octobre 2000).

2.7 Livres / Textbooks

Sinniger R. et Hager W.H.

Constructions hydrauliques. Ecoulements stationnaires (Hydraulic Constructions. Stationary Flows), Vol. 15 du Traité de génie civil, Presses Polytechniques Romandes, 1989, 439 pages, ISBN 2 88074 163 7, disponible à la Librairie polytechnique, <http://www.livres.ch/> bookshop@epfl.ch

Wolf John P.

Finite-Element Modelling of Unbounded Media, John Wiley and Sons, 1996, reprinted 1997, 1999 et 2000, 331 pages, ISBN 0 471961345
co-author: Ch. Song.

Foundation Vibration Analysis Using Simple Physical Models, 1994, Prentice-Hall, 423 pages, ISBN 0 13 0010711 5.

Soil-Structure Interaction Analysis in Time Domain, 1988, Prentice-Hall, 446 pages, ISBN 0 13 822974 0.

Dynamic Soil-Structure Interaction, 1985, Prentice-Hall, 446 pages, ISBN 0 13 221 565 9.

2.8 Polycopiés / Student course books

Schleiss Anton

Aménagements hydrauliques, 431 pages, septembre 2000, disponible à la Librairie polytechnique, Vente des cours: <http://www.livres.ch/> bookshop@epfl.ch.

Barrages, 234 pages, octobre 2000, disponible à la Librairie polytechnique, Vente des cours: <http://www.livres.ch/> bookshop@epfl.ch

Nouveaux modèles d'organisation contractuelle. Projets BOT-BOO-BOOT. 19 pages, septembre 1999. Disponible au LCH: <http://lchwww.epfl.ch/> secretariat.lch@epfl.ch.

Aménagements de cours d'eau. 91 pages, décembre 2000. Disponible au LCH: <http://lchwww.epfl.ch/> secretariat.lch@epfl.ch.

Boillat Jean-Louis, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, chargé de cours
Ph.D., Civil Engineer, Senior Lecturer

Hydraulique II et réseaux d'assainissement, 125 pages, novembre 1999, disponible à la Librairie polytechnique, Vente des cours: <http://www.livres.ch/bookshop@epfl.ch>

Systèmes hydrauliques urbains, 126 pages, mars 1995, Disponible au LCH: <http://lchwww.epfl.ch/secretariat.lch@epfl.ch>

Réseaux hydrauliques, 140 pages, octobre 1996, Disponible au LCH: <http://lchwww.epfl.ch/secretariat.lch@epfl.ch>

Mouvet Laurent, ingénieur civil, chargé de cours / *Civil Engineer, Senior Lecturer*

Réalisations de génie civil et droit de la construction, vol. I, 82 pages, octobre 1998, Disponible à la Librairie polytechnique, Vente des cours: <http://www.livres.ch/bookshop@epfl.ch>

Réalisations de génie civil et droit de la construction, vol. II, 120 pages, 2000. Disponible au LCH: <http://lchwww.epfl.ch/secretariat.lch@epfl.ch>

3. MANIFESTATIONS SCIENTIFIQUES SCIENTIFIC EVENTS

3.1 Atelier "Routing System" Workshop "Routing System"

EPFL, 11 avril 2000, 24 participants

Enseignants: J. Dubois, J.-L. Boillat,
A Schleiss

Atelier de formation continue. Dimensionnement des systèmes de protection contre les crues : le logiciel Routing System.

La protection contre les crues est plus que jamais un thème d'actualité. Dans ce domaine, les méthodes et techniques développées par les ingénieurs ont déjà fait leurs preuves. Leur application cohérente à l'échelle d'un bassin versant repose toutefois sur la maîtrise de comportements hydrauliques complexes.

Dans l'optique d'un transfert de connaissances, un atelier de formation a été organisé à l'EPFL pour l'introduction du programme de calcul Routing System, développé au Laboratoire de constructions hydrauliques (LCH). Ce logiciel original et performant, développé dans l'environnement LabVIEW, marque un progrès significatif dans la modélisation numérique des réseaux hydrauliques.

Destiné à simuler la génération et la propagation des crues sur des bassins versants naturels ou aménagés, Routing System intègre dans un même environnement des modèles hydrologiques pluie-débit, le routage dans les cours d'eau, l'influence des dérivations et prises d'eau, le laminage par les bassins de rétention et l'addition de débits aux confluences.

EPFL, 11th April 2000, 24 participants

Lecturers: J. Dubois, J.-L. Boillat,
A. Schleiss

Postgraduate workshop. Design of flood protection systems: the Routing System computer program.

The protection against floods is more than ever a theme of actuality. In this field, the methods and techniques developed by the engineers have already made their proof. However, their consistent application to the scale of a catchment area has to be based on the detailed knowledge of the behavior of the complex hydraulic system.

In the perspective of knowledge transfer, a workshop was organized at EPFL to present the computer program "Routing System", developed at the Laboratory of Hydraulic Constructions (LCH). This original and high-performing numerical code runs in the LabVIEW environment. It can be considered as a significant contribution to the numerical modeling of hydraulic networks.

With the purpose to simulate the formation and the propagation of floods either on natural catchment areas or on hydraulically influenced structures, the Routing System includes in a same environment the hydrological rain-discharge models, the routing in the rivers, the effect of diversions and water intakes, the routing in the reservoirs and the summation of discharges at junctions.

L'enseignement, destiné aux professionnels de la branche, a permis de se familiariser avec un nouveau concept d'analyse des systèmes hydrauliques complexes.

The course, intended for professionals of the branch, permitted to get familiar with a new concept of analysis of the complex hydraulic systems.

3.2 Conférences publiques au LCH ***Public conferences at LCH***

Reservoir sedimentation

Prof. Dr. Helmut Johann SCHEUERLEIN, Universität Innsbruck, Institut für Wasserbau (9.03.2000).

Stepped spillways - experience in the laboratory and in the field

Prof. Dr. André LEJEUNE, Université de Liège, Laboratoire de Mécaniques des Fluides, d'Hydrodynamique appliquée et de Constructions Hydrauliques, et I.H.E. International Institute for Infrastructural, Hydraulic and Environmental Engineering, Delft (16.03.2000).

Concrete dams – case studies

Dr Giovanni LOMBARDI, Ingegneri Consulenti Lombardi SA, Locarno (6.04.2000).

Fibre optic temperature measurements in dam engineering

Prof. Dr. Theodor STROBL, Technische Universität München, Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft (6.04.2000).

Calcul de stabilité des piles du grand Viaduc de Millau (pylônes d'accrochage environ 350 m de hauteur)

Prof. Associé Dr Pierre WYNIECKI, INPG, Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique et de Mécanique de Grenoble, et Geonumeric (15.06.2000).

Sediment transport simulation in the Lower Mississippi River,

Assistant Prof. Dr. Dan GESSLER, Colorado State University, Department of Civil Engineering, Engineering Research Center (15.07.2000).

High velocity flows - problems and solutions,

Prof. Dr. Hans-Erwin MINOR, ETH Zürich, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, VAW (20.07.2000).

Réhabilitation des systèmes d'approvisionnement en eau et d'assainissement en Irak sous embargo - le rôle du CICR,

Robert MARDINI, Comité international de la Croix-Rouge (CICR), Genève (26.10.2000).

River morphology

Dr. Martin JÄGGI, Ing. Büro Dr. Jäggi Flussbau, Ebmatingen, Switzerland (23.11.2000).

Air-entrained flow characteristics in high-speed free surface flow,

Dr. Mehmet Ali KÖKPINAR, Technical Research and Quality Control Department, State Hydraulic Works, Ankara, Turkey (7.12.2000).

3.3 Conférences internes au LCH / Home conferences at LCH

Daniel Hersberger "Influence de la macro-rugosité des murs de rive sur l'écoulement et l'érosion dans les méandres de rivières avec charriage" (13.10.2000).

Erik Bollaert "Scouring of rock masses due to the impact of high velocity jets: the challenge of a three-phase transient approach" (10.11.2000).

Christoph Oehy "Solutions techniques contre l'alluvionnement des retenues alpines par maîtrise des courants de turbidité - Simulations numériques" (8.12.2000).

3.4 Participation aux comités d'organisation / Member of organising committees

Fachtagung Hochwasserschutz: Uferschutz und Raumbedarf von Fließgewässern, Biel, 21. Januar 2000.

A. Schleiss, Präsident des Organisationskomitees.

International Workshop "Hydraulics of Steeped Spillways", Zurich, 22-24 March, 2000.

A. Schleiss, Member of Scientific Committee.

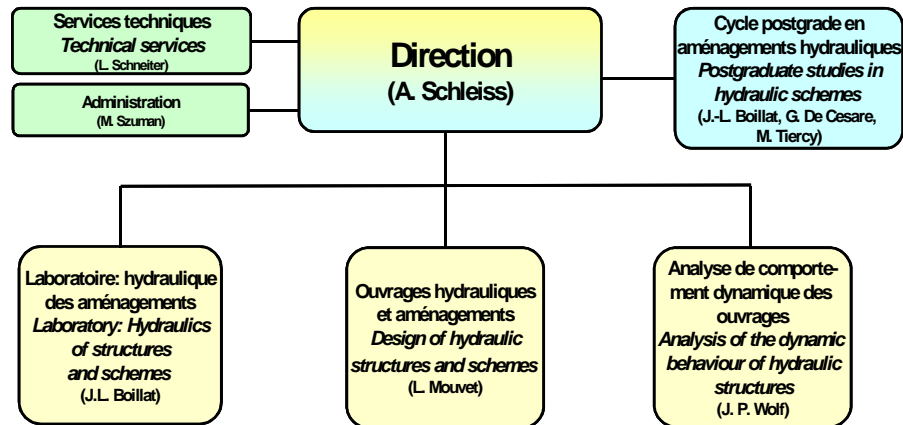
Hydro 2000 – Making Hydro more Competitive, Berne, 2-4 October, 2000.

A. Schleiss, Member of Scientific Committee.

4. PERSONNEL

4.1 Organisation du LCH *Organisation of LCH*

Laboratoire de constructions hydrauliques
Laboratory of Hydraulic Constructions



Cycle postgrade en aménagements hydrauliques
Postgraduate studies in hydraulic schemes

Prof. Dr Anton Schleiss

Directeur du Cycle Postgrade / *Director of Postgraduate Studies*

Dr Jean-Louis Boillat

Directeur Adjoint du Cycle Postgrade / *Deputy Director of Postgraduate Studies*

Dr Giovanni De Cesare

Administrateur du Cycle Postgrade / *Administrator of Postgraduate Studies*

Martine Tiercy

Secrétaire du Cycle Postgrade / *Secretary of Postgraduate Studies*

4.2 Collaborateurs en 2000 / Staff in 2000

Directeur / Director

Prof. Dr Anton J. Schleiss de / since 01.01.1997

Adjoints scientifiques / Senior Lecturers

Dr Jean-Louis Boillat de / since 01.04.1989

Laurent Mouvet de / since 01.05.1994

Dr John P. Wolf de / since 01.04.1988

Administrateur du Cycle Postgrade / Administrator of Postgraduate Studies

Dr Giovanni De Cesare de / since 9.3.1992

Collaborateurs scientifiques et ingénieurs de recherche / Scientific staff and research engineers

Stéphanie André de / since 01.05.1999

Dr Jérôme Dubois de / since 01.07.1993

Sheila Frigeri de / since 01.07.2000

Christophe Hug 01.08.1998 – 30.04.2000

Dr François Huot de / since 01.10.2000

Andrea Lavelli de / since 16.11.1998

Dr Farid Moussaoui 01.10.1999 – 30.09.2000

Doctorants (inscrits) / Ph.D. students (registered)

Erik Bollaert de / since 01.09.1996

Daniel Hersberger de / since 01.04.1997

Christoph Oehy de / since 17.05.1999

Stagiaires / Trainees:

De Almeida Manso Pedro Filipe de / since 01.10.2000

Faten Benrais 01.09.1999 – 30.09.2000

Houda Elleuch de / since 01.11.2000

Walter Gostner de / since 01.09.1999

Nava Raj Pokharel 01.09.1999 – 31.08.2000

Selim Sayah de / since 01.10.2000

Services techniques / Technical Staff:

Marc-Eric Pantillon de / since 01.07.1998

Louis Schneiter de / since 25.10.1971

Secrétariat du LCH / LCH Secretariat

Maria Szuman de / since 01.02.1990

Carole Pirona (apprentie) de / since 14.08.2000

Secrétariat du cycle postgrade / Postgraduate studies secretariat

Martine Tiercy de / since 01.02.1999

Professeur titulaire rattaché au LCH / Titular Professor associated to LCH

Raymond Lafitte

4.3 Professeurs invités et hôtes académiques

Visiting professors and academic visitors

Ass. Prof. Daniel GESSLER, College of Engineering, Colorado State University, Fort Collins, CO, USA

Hôte académique / Academic visitor 20.05.2000 – 15.08.2000

Dr Pramod K. PANDE, University of Roorkee, Department of Civil Engineering, Roorkee, India

Hôte académique / Academic visitor 1.06.2000 – 29.06.2000

Dr Andrew DEEKS, The University of Western Australia, Department of Civil & Resource Engineering, Nedlands, Australia

Hôte académique / Academic visitor 1.07.2000 – 31.07.2000

Prof. Alan ERVINE, University of Glasgow, Department of Civil Engineering, Glasgow, United Kingdom

Hôte académique / Academic visitor 5.08.2000 – 08.08.2000

Dr Mehmet Ali KÖKPINAR, State Hydraulic Works, TAKK Department, Hydraulics Laboratory, Ankara, Turkey

Boursier post-doctorant / Postdoctoral fellowship 1.09.2000 – 28.02.2001

Prof. Michel PIROTON, Université de Liège, Faculté des sciences hydrauliques, Belgique

Hôte académique / Academic visitor 6.09.2000 – 15.09.2000

4.4 Nouvelle entreprise créée par les collaborateurs du LCH

Start-up created by LCH staff

En 2000, deux anciens doctorants, Mme Niki Beyer Portner et M. Jérôme Dubois, ont créé leur propre bureau d'ingénieurs "HydroCosmos" à Bussigny. Ce bureau est spécialisé dans la modélisation numérique en ingénierie hydraulique.

In 2000, two former doctoral students of LCH, Mrs Niki Beyer Portner and Mr Jérôme Dubois have founded their own engineering company "HydroCosmos". This start-up, located in Bussigny, is specialized in numerical modelling in hydraulic engineering.

5. PARTICIPATION AUX COMMISSIONS, ASSOCIATIONS PROFESSIONNELLES ET ACADEMIQUES

PARTICIPATION IN COMMISSIONS, PROFESSIONAL AND ACADEMIC ASSOCIATIONS

Schleiss Anton

Société suisse des ingénieurs et des architectes – SIA (membre) / *Swiss Association of Engineers and Architects (member)*.

Association suisse pour l'aménagement des eaux – SWV, (Membre du comité, membre de la commission "Force hydraulique") / *Swiss Institution of Water Management (Member of the board, member of the Hydropower Commission)*.

Commission de la protection contre les crues – KOHS (Président) / *Committee of Flood Protection (President)*.

Comité suisse des barrages – CSB (Vice-Président et membre de la Commission technique; Président du Groupe "Relations publiques") / *Swiss Committee on Dams (Vice-President and member of the board and of the Technical Committee; President of the Group "Public Relations")*.

International Hydropower Association (IHA) member of the technical committee for organisation of conferences.

Association suisse des professionnels de la protection des eaux – VSA, (membre) / *Swiss Society of Professionals of Water Protection (member)*.

Association internationale de l'ingénierie et de recherches hydrauliques – AIHR, (membre) / *International Association of Hydraulic Engineering and Research, IAHR (member)*.

Society of Water Management and Rural Engineering - DVWK, Germany (member).

Commission de l'enseignement du Département de génie civil (membre du bureau) / *Teaching Commission of the Civil Engineering Department (member of the Board)*.

Conseil du Département de génie civil de l'EPFL (membre) / *Council of the Civil Engineering Department of the Swiss Federal Institute of Technology Lausanne (member)*.

Fondation des registres suisses des ingénieurs, des architectes et des techniciens (membre du conseil de fondation) / *Foundation of Swiss Register of Engineers, Architects and Technicians (member of the Foundation Council)*.

Commission fédérale de recours en matière d'encouragement de la recherche (membre) / *Federal Appeal Commission for Research Encouragement (member)*.

Centre de compétence dangers naturels (membre) / *Natural Hazards Competence Centre (member)*.

Lafitte Raymond

Association internationale pour l'hydroélectricité – AIH (Président) / *International Hydropower Association (IHA) President*

Comité suisse des barrages – CSB (Président) / *Swiss Committee on Dams (President)*.

Conseil mondial de l'eau – CME (Gouverneur) / *World Water Council – WWC (Governor)*.

Commission mondiale de barrages – CMB (membre du Forum) / *World Commission on Dams – WCD (member of the Forum)*.

Wolf John P.

Comité suisse des barrages, membre du Groupe de travail "Méthodes numériques dans l'analyse du comportement des barrages" – CSB / *Swiss Committee on Dams member of Working Group "Numerical Methods in Analysis of Dams"*.

Société suisse des ingénieurs et des architectes – SIA (membre du groupe suisse de génie parasismique et de la dynamique des constructions) / *Swiss Association of Engineers and Architects (member of the Swiss Group of Earthquake Engineering and of Construction Dynamics)*.

American Society of Civil Engineers - ASCE (member).

Earthquake Engineering Research Institute – EERI, member of the Editorial Board of the following journals: Earthquake Engineering and Structural Dynamics and European Earthquake Engineering.

Expert of the National Science Foundation, Washington, D.C., USA.

Délégué Suisse du COST F3 "Dynamique des Structures" (Coopération européenne dans le domaine de la recherche scientifique et technique) / *Swiss Delegate of the COST F3 "Structural Dynamics" (European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Cooperation)*.

Boillat Jean-Louis

Association suisse pour le génie biologique (membre du comité) / *Swiss Association for biological engineering (member of the board)*.

Association internationale de l'ingénierie et de recherches hydrauliques – AIHR, (membre) / *International Association of Hydraulic Engineering and Research, IAHR (member)*.

Groupe d'experts pour la rédaction de directives relatives à la sécurité des ouvrages d'accumulation en cas de crues, Office fédéral des eaux et de la géologie – OFEG (membre) / *Experts group for formulation of directives on dams safety in situation of floods, Federal Office of Water Economy and Geology (member)*.

Conseil du Département de génie civil de l'EPFL (membre) / *Council of the Civil Engineering Department of the Swiss Federal Institute of Technology Lausanne (member)*.

Commission de recherche du Département de génie civil de l'EPFL (membre) / *Research Commission of the Civil Engineering Department of the Swiss Federal Institute of Technology Lausanne (member)*.

Mouvet Laurent

Comité suisse des barrages – CSB (secrétaire-trésorier, membre du bureau et membre de la Commission technique) / *Swiss Committee on Dams (secretary-treasurer and member of the board and of the Technical Committee)*.

Commission internationale des grands barrages – CIGB (membre du Comité technique sur les crues) / *International Commission on Large Dams - ICOLD (member of the Technical Committee on Floods)*, (membre du Comité technique sur l'auscultation automatique des barrages et de leurs fondations) / *(member of the Technical Committee on Automated Monitoring of Dams and their Foundations)*.

Société suisse des ingénieurs et des architectes – SIA (membre) / *Swiss Association of Engineers and Architects (member)*.

Association suisse des ingénieurs suisses de la route VSS (membre) / *Association of Swiss Road and Traffic Engineers (member)*.

Groupe d'experts pour la rédaction de directives sur la sécurité structurale des barrages, Office fédéral des eaux et de la géologie – OFEG (membre) / *Experts group for formulation of directives on structural security of dams, Federal Office of Water Economy and Geology (member)*.

De Cesare Giovanni

Commission Médias et Communication du département de Génie Civil (membre) / *Committee for Media and Communication of the Civil Engineering Department (member)*.

6. CONFERENCES DONNEES PAR LES COLLABORATEURS DU LCH / CONFERENCES PRESENTED BY LCH STAFF

6.1 Conférences invitées / Invited conferences

Schleiss Anton

Uferschutz am Gebirgsflüssen (*River bank protection measures at mountain rivers*), Fachtagung Hochwasserschutz: Uferschutz und Raumbedarf von Fließgewässern, Biel, 21. Januar 2000.

Design of pressurized waterway systems (Dimensionnement des adductions d'eau en charge), Mahab Ghodds, Teheran, Iran, 5 and 6 August 2000.

Boillat Jean-Louis

Sediment management examples in Swiss Alpine reservoirs, International Workshop and Symposium on Reservoir Sedimentation Management, 26-27 October, Tokyo, Japan, 2000.

Successful sediment flushing conditions in Alpine reservoirs", International Workshop and Symposium on Reservoir Sedimentation Management, 26-27 October, Tokyo, Japan, pp. 155-167, 2000.

State of the art of sediment management in Switzerland, International Workshop and Symposium on Reservoir Sedimentation Management", 26-27 October, Tokyo, Japan, pp. 143-153, 2000.

Widerbelegungsmassnahmen an Fließgewässern in der Westschweiz, Internationale Fachtagung "Mehr Freiheit für Bäche und Flüsse", Zürich, Schweiz, 5-6 Oktober 2000.

Bollaert Erik

Scouring of Rock due to High Velocity Jet Impact: A Three-phase Transient Approach, Technical Conference at the United States Bureau of Reclamation (USBR), Denver, Colorado, US, 26th October 2000.

A New Physically Based Approach for Scouring of Rock due to High Velocity Jet Impact, Technical Presentation at Golder Associates, Denver, Colorado, US, 3rd November 2000.

Scouring of Rock due to High Velocity Jet Impact: A Three-phase Transient Approach, Technical Presentation at the Engineering Research Center of the Colorado State University (CSU), Fort Collins, Colorado, US, 8th November 2000.

Mouvet Laurent

Dams in Switzerland: Contribution to regional development and some environmental consideration, Workshop on Dams, Development and the Environment – IWRA – International Water Resources Association, Sao Paolo, Brésil, 14-16 février 2000.

6.2 Conférences / Conferences

Schleiss Anton

Beherrschung der Verlandung in einem Mehrzweckstausee eines Laufkraftwerkes an einem stark sedimentführendem Fluss (*Management of sedimentation in a multipurpose reservoir in a run-of-river powerplant project on an alpine river*), Symposium "Betrieb und Überwachung baulicher Anlagen, 19.-20. Oktober 2000, Graz, Österreich.

Boillat Jean-Louis

Murgänge des Pissot: Das Schutzkonzept, Internationales Symposium INTERPRAEVENT 2000, Villach, 26-28 juni 2000.

Hydraulic Model Tests for the New Water Intake of the Mauvoisin Hydroelectric Scheme (Switzerland), HYDRO 2000 - Making Hydro more Competitive, Session III: Sediment Management, 2-4 October, Berne, Switzerland, 2000.

Hydraulische Modellversuche für die neue Wasserfassung der Stauanlage Mauvoisin (Schweiz)", Proceedings Wasserbau Symposium "Betrieb und Überwachung wasserbaulicher Anlagen", 19-21 October, Graz, Austria, n° 34, pp. 367-376, 2000.

Oehy Christoph

Parametric study of the influence of turbidity currents on the sedimentation of Alpine reservoirs, HYDRO 2000 - Making Hydro more Competitive, Session III: Sediment Management, 2-4 October, Berne, Switzerland, 2000

Einfluss von Trübeströmen auf die Verlandung von Staubecken, Wasserbau Symposium "Betrieb und Überwachung wasserbaulicher Anlagen", 19-21 October, Graz, Austria, 2000.

7. PARTICIPATION AUX CONGRES ET VISITES DES INSTITUTS DE RECHERCHE *PARTICIPATION IN CONGRESSES AND VISITS OF RESEARCH INSTITUTES*

Fachtagung Hohwasserschutz: Uferschutz und Raumbedarf von Fliessgewässern,
Biel, 21. Januar 2000

A. Schleiss, D. Hersberger

Clean Energy Conference – Genève, 24-29 January 2000

R. Lafitte

Workshop on Dams, Development and the Environment – IWRA – International
Water Resources Association, Sao Paolo, Brésil, 14-16 February 2000

L. Mouvet

Symposium sur les études de sécurité et analyses de risques pour les ouvrages
d'accumulation, Comité suisse des barrages, Bienne, Suisse, 10 février 2000

R. Lafitte, L. Mouvet

Department of Hydraulic Engineering, Escola politecnica, University of Sao Paolo,
Brasil, visit on 14-16 February 2000

L. Mouvet

International Workshop "Hydraulics of Stepped Spillways", Zurich, 22-24 mars 2000

A. Schleiss, S. André

2ème Forum mondial de l'eau – Conseil mondial de l'eau (CME), La Haye, 20-23
mars 2000

R. Lafitte

2^{ème} Forum de la Commission mondiale des barrages (CMD), Cap Town, 7-9 avril
2000

R. Lafitte

Laboratoire MHylab à Montcherand, 19 mai 2000

J.-L. Boillat

Journée d'étude du Comité suisse des barrages à Poschiavo, 15-16 juin 2000

L. Mouvet

Internationales Symposium INTERPRAEVENT 2000, Villach, 25-28 juin 2000

J.-L. Boillat

Water Research Center (W.R.C.), Teheran, Iran, 2 août 2000

A. Schleiss

Hydro Vision 2000, Charlotte, USA, 8-11 août 2000

R. Lafitte

XXth Congress of the International Commission on Large Dams, CIGB/ICOLD, Bei-
jing, 19-22 September 2000

L. Mouvet, R. Lafitte, A. Schleiss.

68th Annual Meeting of the International Commission on Large Dams,
CIGB/ICOLD, Beijing, 14-18 September 2000

R. Lafitte, L. Mouvet

China Institute of Water Resources and Hydropower Research (IWHR), Beijing,
Visit on 16 September 2000

L. Mouvet

US Bureau of Reclamation, Hydraulics Laboratory visit, Denver, Colorado, US, 26th
October 2000

E. Bollaert

HYDRO 2000 - Making Hydro more Competitive, Berne, 2-4 October 2000

J.-L. Boillat, E. Bollaert, Ch. Oehy, G. De Cesare, A. Schleiss

Wasserbau Symposium "Betrieb und Überwachung wasserbaulicher Anlagen",
Graz, Austria, 19.-21. Oktober 2000

J.-L. Boillat, E. Bollaert, J. Dubois, Ch. Oehy, A. Schleiss

International Workshop and Symposium on Reservoir Sedimentation Management,
Tokyo, Japan, 26-27 October 2000

J.-L. Boillat

Engineering Research Center of the Colorado State University, Technical visit, Fort
Collins, Colorado, US, 8th November 2000

E. Bollaert

Internationale Fachtagung "Mehr Freiheit für Bäche und Flüsse", Zürich, Schweiz,
5.-6. Oktober 2000.

J.-L. Boillat

8. PARTICIPATION AU JURY DE THESES DE DOCTORAT
PARTICIPATION IN JURY OF DOCTORAL THESIS

Schleiss Anton

Fonctionnement et gestion des aquifères alluviaux de haute altitude. Cas de la Haute-Sarine (Alpes suisses).

Doctorant: Julien Vaudan

Etude de l'influence des instationnarités des écoulements sur le développement de la cavitation.

Doctorant: Jean-François Caron

Concrete cracking in deck slabs of steel-concrete composite bridges.

Doctorant: Miguel Gomez Navarro

9. PUBLICATIONS

9.1 Journaux scientifiques / *Scientific journals*

Beyer, N., **Schleiss, A.** "Bodenerosion in alpinen Einzugsgebieten in der Schweiz", *Wasserwirtschaft*, 90. Jahrgang, Nr. 3, pp. 88-92, 2000.

Sinniger O.R., **De Cesare G., Boillat J.-L.** "Eigenschaften junger Sedimente in Speicherseen", *Wasser, Energie, Luft*, 92. Jahrgang, Heft 1/2, pp. 9-12, 2000.

Schleiss, A. "The importance of hydraulic schemes for sustainable development in the 21st century", *Hydropower & Dams*, Vol. 7, 1, pp. 19-24, 2000.

Schleiss, A., Darbre G. "Sicherheitsstudien und Risikoanalysen für Stauanlagen", *Wasser, Energie, Luft*, Heft. 3/4, pp. 83-85, 2000.

Boillat, J.-L., Pidoux, H. "Puits de chute à vortex à entrées tangentielles", *Visions, Revue scientifique de l'Ecole d'ingénieurs du Canton de Vaud*, 2000, Yverdon-les-Bains, Lausanne, pages 71-76, 2000.

Hagin, B., **Mouvet, L., Pougatsch, H.** "Le béton des barrages suisses: experiences et synthèse – Concrete of Swiss Dams: Experience and Synthesis", *Wasser, Energie, Luft*, 92. Jahrgang, Heft 7/8, pp. 205-233, 2000.

André, S. "Hydraulique des évacuateurs de crue en escalier", *Wasser, Energie, Luft*, 92. Jahrgang, Heft 7/8, pp. 199-202, 2000.

Schleiss, A. "Uferschutz an Gebirgsflüssen", *Wasser, Energie, Luft*, 92. Jahrgang, Heft. 9/10, pp. 271-280, 2000.

De Cesare, G., Boillat, J.-L., Luggen, E. "Industriewasserfassungen - Umgestaltung zur Gewährleistung von Geschiefbefreiheit", *Gas, Wasser, Abwasser – GWA*, 11/2000, Zürich, pp.813-820, 2000.

Schleiss, A. "Conception et dimensionnement des enrochements en rivière en montagne", *Ingénieurs et Architectes Suisses - IAS*, no 23, pp. 450-453, 2000.

Amman, E., Hauenstein, W., Loosli, D., **Mouvet, L., Müller, R.W., Pougatsch, H., Rechsteiner, G.** "Sécurité structurale des barrages: Plan d'utilisation et plan de sécurité – Konstruktive Sicherheit der Talsperren: Nutzungsplan und Sicherheitsplan", *Comité suisse des barrages, Sous-groupe philosophie sécurité structurale*, 1-33, décembre 2000.

Wolf, J.P., Song, Ch. "The scaled boundary finite-element method – a primer: derivations", *Computers and Structures*, Vol. 78, pp. 191-210, 2000.

Song, Ch., **Wolf, J.P.** "The scaled boundary finite-element method – a primer: solution procedures", *Computers and Structures*, Vol. 78, pp. 211-225, 2000.

9.2 Comptes rendus des congrès *Proceedings of congresses*

Boillat, J.-L., Bédard, Ch., Duvernay, B. "Essais complémentaires sur l'ouvrage d'écrêtage du Pissot pour la modélisation de laves torrentielles boueuses", Proceedings Internationales Symposium INTERPRAEVENT 2000, Villach, vol. 3, pp. 19-29, 2000.

Boillat, J.-L., Oulevey, Ch., Duvernay, B. "Modélisation hydraulique et de laves torrentielles grabulaires sur l'ouvrage d'écrêtage du Pissot", Proceedings Internationales Symposium INTERPRAEVENT 2000, Villach, vol. 3, pp. 31-34, 2000.

Schleiss, A. "Bemessung und Gestaltung von Blockwürfen an Gebirgsflüssen", Proceedings Internationales Symposium INTERPRAEVENT 2000, Villach, vol. 2, pp. 351-360, 2000.

Comte, B., Golliard, D., **Boillat, J.-L.**, Chevalier, S., Bremen, R. "Advances in spillway design using fuse gates: application to the Montsalvens Dam", Actes du XX Congrès des Grands Barrages, CIGB/ICOLD, Beijing 2000, Q.79 – R.16, Vol. IV, pp. 227-246, 2000.

Bischof, R., Hagin, B., Hauenstein, W., **Lafitte, R.**, **Mouvet, L.** "205 dams in Switzerland for the welfare of the population", Actes du XX Congrès des Grands Barrages, CIGB/ICOLD, Beijing 2000, Q.77 – R.64, Vol. II, pp. 997-1018, 2000.

Mouvet, L., Darbre, G. "Probabilistic treatment of uncertainties: malfunctioning of discharge works and sliding of concrete dam under earthquake", Actes du XX Congrès des Grands Barrages, CIGB/ICOLD, Beijing 2000, Q.76 – R.14, Vol. I, pp. 197-212, 2000.

Boillat, J.-L., **Dubois, J.**, **Schleiss, A.** "Utilisation possible de la retenue de Mattmark pour la protection contre les crues et la production d'énergie", Actes du XX Congrès des Grands Barrages, CIGB/ICOLD, Beijing 2000, Q.77 – R.23, Vol. II, pp. 339-355, 2000.

Oehy, Ch., **De Cesare, G.**, **Schleiss, A.** "Parametric study of the influence of turbidity currents on the sedimentation of Alpine reservoirs", Proceedings of HYDRO 2000 - Making Hydro more Competitive, Session III: Sediment Management, 2-4 October, Berne, Switzerland, pp. 137-146, 2000.

Hug, Ch., **Boillat, J.-L.**, Lier, P. "Hydraulic model tests for the new water intake of the Mauvoisin hydroelectric scheme (Switzerland)", Proceedings of HYDRO 2000 - Making Hydro more Competitive, Session III: Sediment Management, 2-4 October, Berne, Switzerland, pp. 161-170, 2000.

Bollaert, E., Irniger, Ph., **Schleiss, A.** "Management of sedimentation in a multiple reservoir in a run-of-river powerplant project on an Alpine river", Proceedings of HYDRO 2000 - Making Hydro more Competitive, Session III: Sediment Management, 2-4 October, Berne, Switzerland, pp. 183-192, 2000.

Oehy, Ch., **De Cesare, G.**, **Schleiss, A.** "Einfluss von Trübeströmen auf die Verlandung von Staubecken", Proceedings Wasserbau Symposium "Betrieb und Überwachung wasserbaulicher Anlagen", 19-21 October, Graz, Austria, Mitteilung des Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Nr. 34, pp. 413-422, 2000.

Boillat, J.-L., Dubois, J., De Cesare, G., Bollaert, E. "Sediment management examples in Swiss Alpine reservoirs", Proceedings International Workshop and Symposium on Reservoir Sedimentation Management", 26-27 October, Tokyo, Japan, 2000.

Boillat, J.-L., De Cesare, G., Schleiss, A., Oehy, C. "Successful sediment flushing conditions in Alpine reservoirs", Proceedings International Workshop and Symposium on Reservoir Sedimentation Management", 26-27 October, Tokyo, Japan, pp. 155-167, 2000.

Boillat, J.-L., Pougatsch, H. "State of the art of sediment management in Switzerland", Proceedings International Workshop and Symposium on Reservoir Sedimentation Management", 26-27 October, Tokyo, Japan, pp. 143-153, 2000.

Dubois, J., Boillat, J.-L., Raboud, P.-B., Costa, S. "Einfluss des Wasserkraftanlagen auf die Hochwasser der Rhone im Kanton Wallis (Schweiz)", Proceedings Wasserbau Symposium "Betrieb und Überwachung wasserbaulicher Anlagen", 19-21 October, Graz, Austria, Mitteilung des Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Nr. 34, pp. 57-66, 2000.

Boillat, J.-L. "Wiederbelebungsmaßnahmen an Fließgewässern in der Westschweiz", Proceedings Internationale Fachtagung "Mehr Freiheit für Bäche und Flüsse", 5-6 October, Zürich, Switzerland, 2000.

Hug, Ch., Boillat, J.-L., Schleiss, A. "Hydraulische Modellversuche für die neue Wasserfassung der Stauanlage Mauvoisin (Schweiz)", Proceedings Wasserbau Symposium "Betrieb und Überwachung wasserbaulicher Anlagen", 19-21 October, Graz, Austria, Mitteilung des Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Nr. 34, pp. 367-376, 2000.

Schleiss, A., Bollaert, E., Irniger, P. "Beherrschung der Verlandung in einem Mehrzweckstausee eines Laufkraftwerkes an einem stark Sedimentführenden Fluss", Proceedings Wasserbau Symposium "Betrieb und Überwachung wasserbaulicher Anlagen", 19-21 October, Graz, Austria, Mitteilung des Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Nr. 34, pp. 534-552, 2000.

Mouvet, L. "Dams in Switzerland: Contribution to regional development and some environmental consideration", Proceedings Workshop on Dams, Development and the Environment – IWRA – International Water Resources Association, Sao Paolo, Brésil, février 2000, également en espagnol et portugais, CD-ROM et pp. 51-58 (en anglais); 49-57 (en espagnol et en portugais), 2000.

9.3 Communications du LCH / *Communications of LCH*

N°9 2000 **J. Dubois, J.-L. Boillat:** Routing System - Modélisation du routage de crues dans des systèmes hydrauliques à surface libre (130 pages).

9.4 Rapports non publiés / *Unpublished reports*

- N° 1. Etude hydrologique et hydraulique des aménagements de protection contre les crues, optimisation numérique des seuils de fonctionnement du système complet
Entreprise de correction fluviale Mèbre-Sorge
A. Schleiss, J.-L. Boillat, S. André, E. Bollaert, A. Lavelli, mai 2000.
- N° 2. Derniner HEPP, Water Intake Hydraulic Model Tests
Stucky Ingénieurs-Conseils SA, Renens VD
A. Schleiss, J.-L. Boillat, Ch. Hug, N.R. Pokharel, mai 2000.
- N° 3. Expo.02 - Le nuage d'Yverdon - Forces horizontales et affouillement des fondations
Géotechnique appliquée Dériaz S.A.
A. Schleiss, J.-L. Boillat, S. André, mai 2000.
- N° 4. Création d'un volume supplémentaire pour la protection contre les crues dans la retenue de Mattmark par surélévation de 2 m du déversoir
Canton du Valais - Service des routes et des cours d'eau
A. Schleiss, J.-L. Boillat, S. André, J. Dubois, mai 2000.
- N° 5. Rideau d'air dans le tunnel de l'A6 - Essais sur modèle hydraulique SOCATOP (France)
A. Schleiss, J.-L. Boillat, A. Lavelli, mai 2000.
- N° 6. Création d'un volume supplémentaire pour la protection contre les crues dans la retenue de Mattmark par surélévation de 2 m du déversoir - Calculs complémentaires
Canton du Valais - Service des routes et des cours d'eau
A. Schleiss, J.-L. Boillat, S. André, juin, 2000.
- N° 7. Alluvionnement de la retenue d'Aubonne. Etudes de variantes pour les curage des sédiments
Société électrique des Forces de l'Aubonne (SEFA)
A. Schleiss, J.-L. Boillat, Ch. Oehy, juin 2000.
- N° 8. Expo.02 - Le nuage d'Yverdon - Forces horizontales et affouillement des fondations - Variante sans pieux
Géotechnique appliquée Dériaz S.A.
A. Schleiss, J.-L. Boillat, S. André, juillet 2000.
- N° 9. Port de petite batellerie de la Commune de Coppet - Etude de l'ensablement du port
Commune de Coppet
A. Schleiss, J.-L. Boillat, S. André, L. Schneiter, juillet 2000.
- N° 10. Expertise hydraulique du voûtage du Novalet sur St-Saphorin
Service des eaux, sols et assainissement du canton de Vaud (SESA), Lausanne
A. Schleiss, J.-L. Boillat, S. Frigeri, août 2000.

- N° 11. Port de petite batellerie de la Commune de Coppet - Recherche et analyse de solutions
Commune de Coppet
A. Schleiss, J.-L. Boilat, S. André. L. Schneiter, septembre 2000.
- N° 12. Aménagement de la Veveyse - Analyse de la sécurité et des risques résiduels
Stucky Ingénieurs-Conseils SA, Renens VD
A. Schleiss, J.-L. Boilat, S. Frigeri, décembre 2000.
- N° 13. Expo.02 - Arteplage de Morat - Etude sur modèles du comportement dynamique du Monolithe
Emch+Berger AG Bern
A. Schleiss, J.-L. Boilat, S. André, S. Sayah, décembre 2000.