



# **Rapport d'activité** ***Activity Report*** **2001**



# PREFACE / FOREWORD

## **Projeter ensemble**

La réorganisation de l'EPFL, entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2002, a pour conséquence la création de six nouvelles facultés, dont la Faculté de l'Environnement Naturel, Architectural et Construit (ENAC) regroupant les anciens départements d'architecture, de génie civil et de génie rural. La faculté ENAC a comme mission de renouveler l'image du domaine de la construction en favorisant avec ces nouvelles structures la collaboration interdisciplinaire dans la recherche et la formation. Il s'agit d'embrasser de manière cohérente, et en partenariat, les activités académiques et scientifiques liées au développement harmonieux et durable du cadre de vie de la société. Pour réaliser cette mission dans le cadre du nouveau plan d'étude, le projet "projeter ensemble" était lancé avec le but d'apprendre aux ingénieurs civils, ingénieurs en sciences de l'environnement et architectes de projeter ensemble, une compétence indispensable pour l'ingénieur polytechnicien du XXI<sup>ème</sup> siècle qui s'occupe de l'aménagement de l'environnement naturel et construit.

Le Laboratoire de constructions hydrauliques (LCH) assume déjà ce défi: des premiers projets communs concernant les aménagements de cours d'eau ont été réalisés entre les étudiants en génie civil et en architecture. De plus, le LCH est intégré dans le nouvel Institut des Infrastructures, des Ressources et de l'Environnement (ICARE) qui regroupe 8 unités d'enseignement et de recherche existantes. Cet institut enrichira sans doute la recherche interdisciplinaire avec une vision globale. Le LCH profitera beaucoup des synergies au sein du nouvel institut, pour mieux répondre aux trois missions qui sont l'enseignement, la recherche et le transfert des connaissances vers la pratique.

Au nom de toutes le collaboratrices et de tous les collaborateurs de notre laboratoire, je tiens à remercier vivement tous nos partenaires et mandants pour leur soutien au cours de l'années 2001.

## **Planning together**

*The reorganisation of the EPFL, which came into effect on 1<sup>st</sup> January, 2002, had, as a consequence, the creation of six new faculties, of which the School of Architecture, Civil and Environmental Engineering (ENAC in French) groups the former civil and rural engineering and architectural departments. The faculty ENAC has the aim to renew the image of the construction field, encouraging with this new structure an interdisciplinary collaboration in the frame of teaching and research. The faculty has the mission to promote a coherent partnership between those areas of academic and scientific activity related to the harmonious and sustainable development of our society's physical environment. In order to achieve this goal in the frame of the new study plan, the project "planning together" was launched with the aim of getting civil and environmental engineers and architects accustomed to project together, an essential competence for polytechnical engineers of the XXI<sup>st</sup> century who deal with the planning of a natural and constructed environment.*

*The laboratory of hydraulic constructions (LCH) has already taken up this challenge: the first joint projects concerning river training works have been carried out between students in civil engineering and architecture. Furthermore, the LCH is integrated in the new Institute of Infrastructures, Resources and Environment (ICARE) which groups 8 teaching and research existing units. This institute will surely enrich the interdisciplinary research with a global vision. The LCH will benefit considerably in order to answer in the best way to the three missions which are teaching, research and transfer of knowledge towards practice.*

*In the name of all the collaborators of our Laboratory, I wish to thank warmly all our partners and clients for their support during 2001.*



Prof. Dr Anton Schleiss



## TABLE DES MATIERES / TABLE OF CONTENTS

<b>1. Recherche / Research</b>	<b>1</b>
1.1 Recherche fondamentale / Fundamental research	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>	4
1.1.3 Solutions techniques pour maîtriser l'alluvionnement par courants de turbidité dans les retenues alpines / <i>Technical solutions against sedimentation due to turbidity currents in alpine reservoirs</i>	7
1.1.4 Barrages submersibles – Ecoulements aérés à hautes vitesses sur macro-rugosités / <i>Overflow dams – High velocity aerated flow on steep slope over macro-roughness</i>	9
1.1.5 Digues fusibles et submersibles – Interaction d'un déversoir latéral à géométrie fixe avec le lit mobile d'un canal / <i>Fuse plugs and overflow dams – Interaction of a side weir with a fixed geometry on the movable bed of a channel</i>	12
1.1.6 Système de blocs en béton pour la protection superficielle des barrages en remblais / <i>Concrete macro-roughness linings for overflow protection of earthfill embankment dams</i>	14
1.1.7 La "méthode des éléments frontières similaire aux éléments finis" / <i>The scaled boundary finite-element method</i>	16
1.2 Recherche appliquée (exemples sélectionnés) / <i>Applied research (selected examples)</i>	18
1.2.1 Modélisation des courants de turbidité dans le bassin nord du lac de Lugano / <i>Turbidity currents in the stratified Lake of Lugano</i>	18
1.2.2 Expo.02 – Arteplage de Morat – Etude sur modèles du comportement dynamique du Monolithe – Essais en bassin à houle et modélisation numérique / <i>Expo.02 – Morat Arteplage– Study on model tests of the dynamic behaviour of the Monolithe – Tests in wave tank and numerical studies</i>	20
1.2.3 Descente d'eau pluviale du vélodrome UCI à Aigle – vérification hydraulique / <i>Rain evacuation system of the velodrome ICU in Aigle – hydraulic verification</i>	21
1.2.4 Alluvionnement dans la retenue de Grimsel. Etude de solutions pour la réduction du transport de sédiments par courants de turbidité à l'intérieur de la retenue / <i>Reservoir sedimentation in Lake Grimsel. Investigation of measures to diminish the sediment transport by means of turbidity currents within the lake</i>	23

1.2.5	La Veveysse, des Toveires au Léman. Analyse de la sécurité et des risques résiduels - modélisation des écoulements et du transport solide / <i>The Veveysse River from Toveires to Lake Geneva. Security concept and risk analysis by numerical modeling of hydraulics and sediment transport</i>	24
1.2.6	Ouvrage de décharge pour la protection contre les crues sur la rivière Worble – Essais sur modèle physique / <i>Flood diversion structure on the Worble River - scale model tests</i>	26
1.2.7	Aménagement du lit de la Dranse en ville de Martigny / <i>Bed modification works of the Dranse River in Martigny</i>	27
1.2.8	Réservoir flottant contractile pour la récupération et le stockage des nappes d'hydrocarbures / <i>Contractible floating softwall reservoir for the confinement and recuperation of oil slick</i>	28
1.2.9	Projet hydroélectrique Karahnjukar – analyse transitoire du système d'aduction en eau / <i>Karahnjukar Hydroelectric Project – Transient analysis of waterway system</i>	30
1.2.10	Aménagement hydroélectrique de Cleuson-Dixence. Expertise hydraulique du puits blindé concernant les pressions dynamiques dues aux coups de bélier / <i>Hydropower plant of Cleuson-Dixence. Hydraulic expertise of the penstock concerning the dynamic pressures due to the waterhammer</i>	31
1.2.11	Dépotoir à sédiments de Baltschieder: essais sur modèle / <i>Sediment reservoir in Baltschieder: physical modelling</i>	32
<b>2.</b>	<b>Enseignement / Teaching</b>	<b>35</b>
2.1	Cycle postgrade en aménagements hydrauliques / <i>Postgraduate studies in hydraulic schemes (1999 - 2001 &amp; 2001 - 2003)</i>	35
2.2	Cours à l'EPFL donnés par les collaborateurs du LCH / <i>Courses at EPFL given by LCH staff</i>	38
2.2.1	Cours de 2 <sup>ème</sup> cycle au Département de génie civil / <i>Graduate courses in Civil Engineering Department</i>	38
2.2.2	Cours de 2 <sup>ème</sup> cycle au Département de génie rural / <i>Graduate courses in Rural Engineering Department</i>	39
2.2.3	Cycle postgrade en aménagements hydrauliques / <i>Postgraduate course in hydraulic schemes</i>	39
2.2.4	Cours postgrade en gestion des ressources en eau, hydrologie et hydrogéologie / <i>Postgraduate course in water resources management, hydrology and hydrogeology</i>	40
2.2.5	Cours postgrade en risque et sécurité / <i>Postgraduate course in risk and security</i>	40
2.3	Cours hors EPFL / <i>Courses outside EPFL</i>	41
2.4	Projets et laboratoires du 2 <sup>ème</sup> cycle au Département de génie civil – semestres d'hiver 2000/2001 et d'été 2001 / <i>Graduate student projects and</i>	

laboratory work in the Civil Engineering Department –winter semester 2000/2001 and summer semester 2001	41
2.5 Travaux pratiques de diplôme - octobre 2000 à mars 2001 / Diploma thesis works – October 2000 to March 2001	43
2.6 Excursions d'étudiants / Student excursions	45
2.7 Livres / Textbooks	46
2.8 Polycopiés / Student course books	47
<b>3. Manifestations scientifiques / Scientific events</b>	<b>48</b>
3.1 Atelier "Faitou" / "Faitou workshop "	48
3.2 Atelier "Aération et cavitation" / "Aeration and cavitation" workshop	49
3.3 Conférences publiques au LCH / Public conferences at LCH	50
3.4 Conférences internes au LCH / Home conferences at LCH	51
3.5 Participation aux comités d'organisation / Member of organising committees	52
<b>4. Personnel / Staff</b>	<b>53</b>
4.1 Organisation du LCH / Organisation of LCH	53
4.2 Collaborateurs en 2001 / Staff in 2001	54
4.3 Professeurs invités et hôtes académiques / Visiting professors and academic visitors	55
4.4 Événements spéciaux / Special events	55
4.4.1 Festival Science et Cité - Journées portes ouvertes à l'EPFL, 6 et 8 mai 2001 / "Science et Cité" festival - open doors on the EPFL site, 6 <sup>th</sup> and 8 <sup>th</sup> may 2001	55
4.4.2 Visite du vice-ministre chinois des ressources en eau / Visite of Chinese Vice-minister of Water Resources	57
4.4.3 Passeport vacances / "Holiday passport"	58
<b>5. Participation aux commissions, associations professionnelles et académiques / Participation in commissions, professional and academic associations</b>	<b>59</b>
<b>6. Conférences données par les collaborateurs du LCH / Conferences presented by LCH staff</b>	<b>62</b>
6.1 Invités / Invited	62

6.2	<i>Autres conférences / Other conferences</i>	63
<b>7.</b>	<b>Participation aux congrès et visites des instituts de recherche / <i>Participation in congresses and visits of research institutes</i></b>	<b>65</b>
<b>8.</b>	<b>Participation au jury de thèses de doctorat / <i>Participation in doctoral thesis jury</i></b>	<b>67</b>
<b>9.</b>	<b>Publications</b>	<b>68</b>
9.1	<i>Journaux scientifiques / Scientific journals</i>	68
9.1.1	Référé / <i>Refered</i>	68
9.1.2	Autres / <i>Others</i>	68
9.2	<i>Comptes rendus des congrès / Proceedings of congresses</i>	68
9.2.1	Référé / <i>Refered</i>	68
9.2.2	Autres / <i>Others</i>	69
9.3	<i>Rapports non publiés / Unpublished reports</i>	70



# 1. Recherche / Research

## 1.1 Recherche fondamentale / 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. La macro-rugosité réduit 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 réduit. De plus, la macro-rugosité renvoie l'écoulement vers le centre du lit ce qui a pour effet de diminuer le pouvoir érosif au 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.

Le travail est basé sur l'étude systématique du développement de l'érosion en fonction de la macro-rugosité 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.

*The presence of vertical roughness elements on the outer side of meanders of mountain rivers allows to decrease considerably the local erosion along the foundation of the wall. The vertical ribs have already been tested and optimised in scale model tests. These ribs reduce the flow velocities along the wall at the outer side of the bend. The intensity of the secondary flow in lateral direction of the channel section, is also reduced. Furthermore, the roughness elements divert the flow from the outer side of the bend towards the centre of the channel reducing the capacity of erosion of the flow at the wall foundation.*

*Unfortunately, the theoretical basis allowing a quantitative description of these phenomena is lacking. The purpose of the present research project is therefore to provide this missing information.*

*The research is based on a systematic study of the development of the scour as a function of the wall roughness with the aim of establishing an equation allowing the estimation of the maximum scour depth. Furthermore, recommendations for hydraulic engineers are given.*



Figure 1: 1. Alimentation, 2. Tapis roulant (10 m), 3. Tapis roulant (2 m), 4. Répartiteur de sédiments, 5. Cadre de mesure, 6. Restitution, 7. Bac filtrant / 1. Inlet, 2. Conveyor belt (10 m), 3. Conveyor belt (2 m), 4. Sediment distribution, 5. Measurement frame, 6. Outlet, 7. Filtering basket

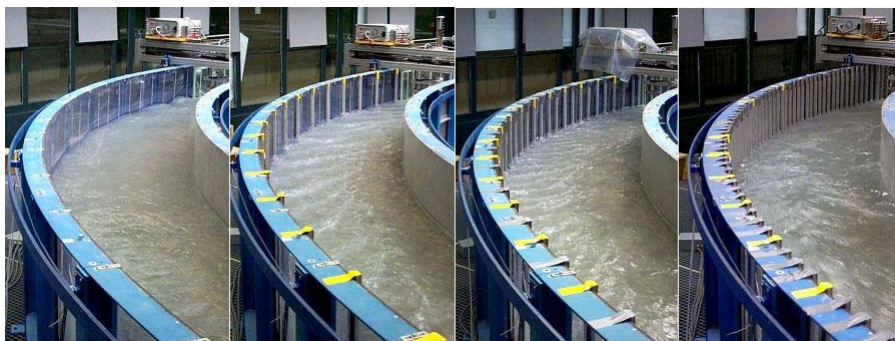


Figure 2: Photo de l'écoulement dans le canal sans nervures et avec des espacements de 4°, 2°, et 1° / Photograph of the flow in the channel without ribs and with ribs with a spacing of 4°, 2° and 1°

L'étude se base sur la modélisation physique permettant la mesure de la vitesse, du niveau d'eau, de la topographie du lit, des caractéristiques des sédiments, de la composition de la couche de pavage, des débits et du charriage.

*The study is based on an experimental investigation including measurements of the velocities, the water levels, the bed levels, the sediment characteristics, the grain size distribution of the armouring layer, the discharge and bed load.*

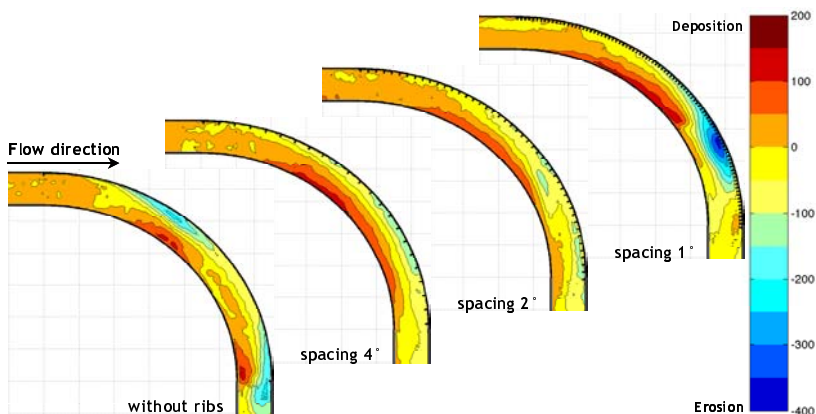


Figure 3: Topographie du lit après une crue / *Bed topography after a flood event*

Les essais réalisés dans le canal décrit à la figure 1 ont permis d'observer la formation de deux fosses d'érosion (voir figure 3). Sans macro-rugosité, la première se trouve à peu près dans la prolongation de la paroi intérieure du tronçon rectiligne d'entrée; la deuxième à la sortie de la courbe. En appliquant les nervures verticales sur la paroi extérieure, la première fosse se déplace vers l'aval. Si l'on rapproche trop les nervures, la profondeur d'érosion augmente de nouveau.

Une première analyse des résultats permet les conclusions suivantes:

- Grâce à la macro-rugosité, la profondeur d'érosion peut être réduite de manière significative le long de la paroi extérieure.
- La macro-rugosité réduit la pente latérale du lit du canal. Le profil en travers est donc mieux utilisé.
- La macro-rugosité déplace la première fosse d'érosion vers l'aval.
- Il existe un espacement optimum entre les nervures verticales.
- La macro-rugosité crée une érosion

*The tests in the flume shown in Figure 1 allowed to observe the creation of two scour holes (see Figure 3). Without macro roughness, a first scour hole occurs in the prolongation of the inner side wall of the entry reach; a second scour hole appears at the end of the bend. By applying the vertical ribs, the first scour hole shifts in a downstream direction. If the ribs are placed closer to one another, the scour depth increases once again.*

*A first analysis of the results obtained allows the following conclusions to be made:*

- *Macro-roughness elements as vertical ribs significantly reduce the scour depth along the outer side wall.*
- *Macro-roughness reduces the lateral bed slope. Therefore, the cross section is used better.*
- *Macro-roughness displaces the first scour hole in downstream direction.*
- *There exists an optimum spacing between the vertical ribs.*
- *Macro-roughness creates additional*

supplémentaire à la fin du canal. Cette érosion peut probablement être réduite par des mesures constructives appropriées.

- On peut observer un tri granulométrique important dans le canal dû à une granulométrie étendue (voir figure 4).

Recherche financée par le Fonds national suisse de la recherche scientifique (FN) et l'office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG)

Docteurant : Daniel Hersberger

*erosion in the centre of the downstream end of the flume. Probably, this erosion can be reduced with appropriate construction measures.*

- *An important grain sorting effect can be observed in figure 4 due to a wide grain size distribution.*

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

*Ph. D. Student : Daniel Hersberger*



Figure 4: Distribution granulométrique à l'extérieur (à droite) de la courbe dans une fosse d'érosion / *Grain size distribution at the outer side wall of the bend (right)*

### **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, apparaissant par exemple à l'aval d'évacuateurs de crue des barrages, sont capables de générer un affouillement local du massif rocheux. La prédiction de cet affouillement est nécessaire pour garantir la sécurité du pied de l'ouvrage ainsi que la stabilité de ses fondations. Les fosses d'affouillement sont souvent décrites par des formules empiriques ou semi-empiriques, développées à partir d'essais sur modèle physique ou d'observations sur prototype. Ces formules ne tiennent pas compte de tous les phénomènes physiques concernés et, de ce fait, ne

*High-velocity plunging water jets, appearing for example at the downstream end of dam weirs and spillways, can create scour of the rock. The prediction of this scour is necessary to ensure the safety of the toe of the dam as well as the stability of its abutments. Scour is often predicted by empirical or semi-empirical formulae, developed from physical models or prototype observations. These formulae are not fully representative because they cannot describe all of the physical effects involved. Above all, the characteristics of pressure wave propagation in the fissures of the*

sont pas entièrement représentatives. Surtout, les caractéristiques des ondes de pression apparaissant dans le médium discontinu sont inconnues.

L'objectif principal de la recherche est de combler cette lacune par une investigation des pressions transitoires dans les fissures du rocher, sous l'impact de jets à haute vitesse.

*jointed rock mass are unknown.*

*The main purpose of the research is to close up this gap by investigating transient water pressures in rock joints due to high-velocity jet impact.*

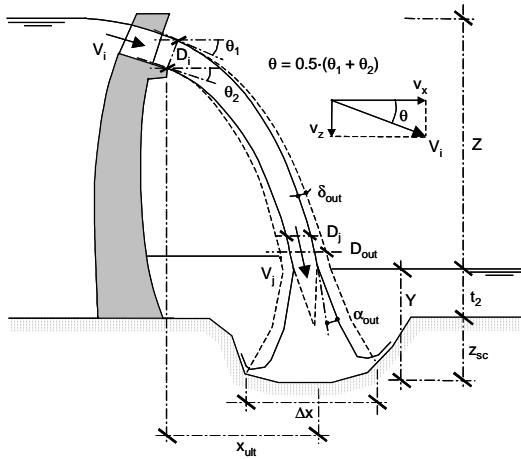


Figure 1: Schéma de définition des paramètres d'un jet à chute libre / *Definition sketch of parameters of a free overfall jet*

Une analyse théorique des paramètres en question (figure 1) a permis de construire une installation expérimentale à échelle prototype. Les pressions d'eau dans les fissures du rocher sont caractérisées par la propagation, la superposition et la réflexion d'ondes de pression induites à l'entrée de la fissure. Les pressions transitoires ont été mesurées dans quatre fissures à extrémité fermée et une fissure à extrémité ouverte. Les pressions dans la fissure en forme de I sont caractérisées par une alternance de pics et de creux de pression. La fréquence de cette alternance est dictée par la quantité d'air.

*Based on a theoretical analysis of the physical parameters (Figure 1), an experimental facility was built at prototype scale. The water pressures inside the rock joints were governed by the propagation, superposition and reflection of pressure waves induced at the entrance. The water pressures have been measured inside four closed-end joints and one open-end joint. The transient pressures in an I-shaped rock joint are characterized by a continuous change between peak pressures and periods of low, near-atmospheric pressure.*

Un modèle numérique bi-phasique et unidimensionnel décrit les pressions transitoires à l'extrémité aval de la fissure en forme de I. Les pressions calculées sont en bonne concordance avec celles mesurées. L'ajustement numérique est basé sur une optimisation des relations célérité-pression.

Le caractère cyclique des pressions conduit à une application de la sollicitation hydrodynamique à des critères de rupture par traction du rocher, comme par exemple l'approche de la mécanique de la fracturation élastique linéaire. Deux types de rupture peuvent être distingués : la rupture instantanée et la rupture progressive. Elles sont décrites dans un modèle de Fracturation Mécanique Compréhensive (FMC).

*A one-dimensional two-phase numerical modelling has been performed of the transient pressures that were measured at the end of the I-shaped closed-end joint. The calculated pressures are in good agreement with the measured ones. The numerical adjustment was based on the optimisation of celerity-pressure relationships.*

*The cyclic behaviour of the pressures made it interesting to apply the hydrodynamic loading to tensile failure criteria of rock, such as the linear elastic fracture mechanics approach. Both instantaneous and time-dependent cracking of closed-end rock joints can be assessed. Two types of failure can be distinguished: brittle and subcritical. They are described in a Comprehensive Fracture Mechanics (CFM) model.*



Figure 2: Ecoulement à travers 6 des 8 évacuateurs de crue munis de vannes du barrage de Cabora-Bassa / Discharge through 6 of the 8 orifice spillways at Cabora-Bassa dam, Mozambique

Un nouveau modèle pour l'évaluation de la profondeur ultime d'affouillement du rocher est proposé. Le modèle représente de manière compréhensive les processus suivants : la fracturation

*A new model for ultimate scour depth evaluation is proposed. The model represents a comprehensive assessment of two physical processes: hydrodynamic fracturing of closed-end rock*

hydrodynamique de fissures à extrémité aval fermée et l'éjection dynamique de blocs de rocher. Les paramètres physiques sont décrits de telle manière qu'un ingénieur de la pratique peut facilement les manipuler.

Le cas bien connu de la fosse d'affouillement du barrage de Cabora-Bassa a été utilisé comme premier calage des paramètres (figure 2).

Recherche financée par la Commission pour la technologie et l'innovation (CTI) avec le soutien du Comité suisse des barrages et Stucky-Ing.-Cons. SA.

Doctorant: Erik Bollaert

*joints and dynamic uplift of rock blocks. The physical parameters are defined such that a practicing engineer can easily handle them.*

*The well-known case of rock scour at the Cabora-Bassa dam in Mozambique is used as a first calibration of some of the model parameters (Figures 2).*

*Research financed by the Commission 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 par courants de turbidité dans les retenues alpines / *Technical solutions against sedimentation due to turbidity currents in alpine reservoirs***

L'alluvionnement des retenues alpines est principalement lié au phénomène du transport de sédiments fins 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 jusqu'à la zone la plus profonde, normalement près du barrage, où ils peuvent recouvrir la vidange de fond, affecter l'exploitation de la prise d'eau et réduire la capacité de stockage.

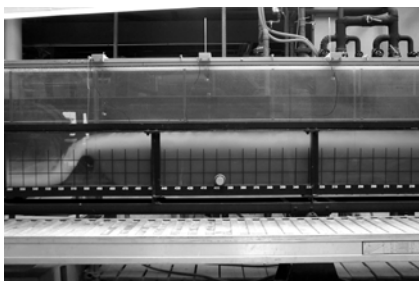
Afin de contrôler l'alluvionnement par courants de turbidité dans la retenue, des mesures constructives sont actuellement étudiées sur modèles physiques et par simulation numérique. Les solutions étudiées sont présentées dans la figure 1 : a) un obstacle sous forme d'une digue submergée (voir aussi 1.2.4.) permet de stopper le courant de turbidité et de retenir les sédiments ; b) une grille perméable

*Sedimentation of Alpine reservoirs is mainly related to the phenomenon of sediment transport by means of turbidity currents. The suspended sediment load of the tributaries is usually high during flood events and the density difference is sufficient to induce turbidity currents in the reservoir. These currents follow the bottom of the lake down 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.*

*To control the sedimentation within the reservoir, constructive measures are studied at present with physical experiments and numerical simulations. The solutions which were studied are presented in Figure 1: a) an obstacle like a submerged dyke (see also 1.2.4.) allows stopping the turbidity current and retaining the sediments; b) a permeable fence slows down the flow and favours the deposition upstream;*

freine l'écoulement de sorte que la déposition est favorisée en amont ; c) un jet d'eau incliné à 45° contre l'écoulement du courant de turbidité injecte une quantité de mouvement contraire, pour bloquer le courant ; et d) un écran d'air crée un écoulement vertical qui transporte le courant de turbidité à la surface.

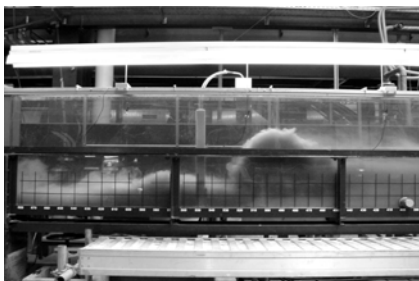
*c) a 45°-inclined water jet injects momentum against the turbidity current to block the flow, and d) a bubble plume creates a vertical buoyant flow which transports the turbidity current to the surface.*



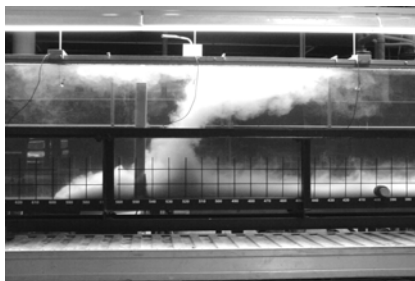
a) Courant de turbidité passant par dessus d'un obstacle / *Turbidity current passing over an obstacle*



b) Courant de turbidité passant à travers un géotextile perméable / *Turbidity current passing through a permeable fence*



c) Courant de turbidité passant par un jet d'eau incliné / *Turbidity current passing over an inclined water jet*



d) Courant de turbidité passant par un écran d'air / *Turbidity current passing through a bubble plume*

Figure 1: Photos des différentes configurations d'essais physiques / *Photographs of different test configurations*

Des mesures de profils verticaux de vitesses, de l'évolution des dépôts et des enregistrements vidéo permettent la comparaison avec des simulations numériques bi- ou tri-dimensionnelles. La figure 2 montre l'évolution du champ

*Measurements of vertical velocity profiles, of the evolution of the deposition thickness and video recordings allow comparison with two- or three-dimensional numerical simulations. Figure 2 shows the evolutions of the*



de concentration du courant de turbidité passant par dessus un obstacle de la simulation numérique.

*concentration field of a turbidity current passing over an obstacle from the numerical simulations.*

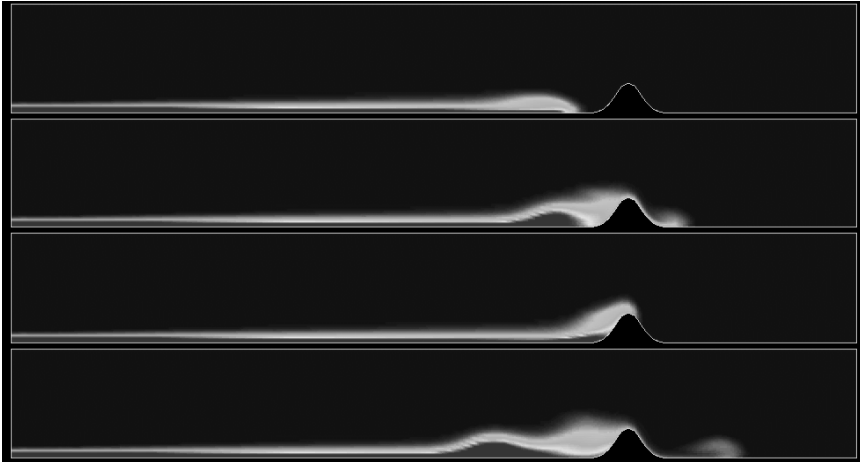


Figure 2: Evolution du champ de concentration d'un courant de turbidité passant par dessus un obstacle / *Evolution of the concentration field of a turbidity current passing over an obstacle*

Des études de cas numériques dans des topographies de retenues alpines (comme présentées sous 1.2.4.) permettront d'établir des recommandations pour maîtriser l'alluvionnement par courant de turbidité.

Recherche financée par le Fonds pour projets et études de l'économie électrique (PSEL N° 175).

Docteurant : Christoph Oehy

*Numerical field studies in topographies of Alpine reservoirs (as presented in 1.2.4.) will lead to recommendations to manage reservoir sedimentation due to turbidity currents in Alpine reservoirs.*

*Research financed by the Fund for Projects and Studies of the Electricity Sector (PSEL N° 175).*

*Ph. D. student: Christoph Oehy*

#### **1.1.4 Barrages submersibles – Ecoulements aérés à hautes vitesses sur macro-rugosités / *Overflow dams – High velocity aerated flow on steep slope over macro-roughness***

Les écoulements à énergie cinétique élevée transitant sur les structures hydrauliques peuvent causer d'importants dommages sur la structure elle-même par érosion, abrasion et/ou

*The high energetic flows over hydraulic structures can cause important damage to the structure itself by erosion, abrasion and/or cavitation and also at its toe, due to the residual energy. In*

cavitation mais aussi en pied de chute en raison de leur importante énergie résiduelle. Dans le but d'empêcher de tels dommages et de contrôler le déversement, une solution consiste à dissiper une partie de l'énergie en fixant des éléments de macro-rugosité sur le coursier.

Un des objectifs de la recherche est de développer une loi de perte de charge générale pour les écoulements turbulents bi-phasiques et de définir un système optimal de macro-rugosité (MR) pour dissiper l'énergie.

La méthodologie consiste à déterminer expérimentalement, pour un système de MR donné, le coefficient de "dissipation", en appliquant l'équation de la quantité de mouvement sur un volume de contrôle. Les mesures sont réalisées dans un canal à forte pente (figure1), en similitude de Froude.

Des micro-capteurs de pression piezo-résistifs (figure 2) permettent de mesurer sur les MR (marches et éléments):

- le champ de pression moyenne pour l'équation de quantité de mouvement,
- les différentes zones de turbulence sur les faces des MR (impact du jet, séparation vortex/jet, poche d'air, vortex) et de caractériser les macro-turbulences grâce aux spectres de pression,
- les pics de pression, négatif et positif, pour estimer le risque de cavitation et la charge maximale.

*order to prevent such damage and to control the overtopping, a solution consists in dissipating a great part of the flow energy by adding macro-roughness surface elements on the downstream slope of the structures.*

*One of the objectives of the research is to develop a general head loss law for this two-phase turbulent flow in order to define an optimal macro-roughness (MR) dissipator system.*

*The methodology consists in assessing experimentally, for a given MR system, the "dissipative" coefficient applying the momentum equation on a control volume. The experimental measurements are conducted in a stepped flume (Figure 1) in Froude similarity.*

*Piezo-resistive micro-sensors (Figure 2) allow to measure over MR (steps and elements):*

- *the field of mean pressures in order to integrate it in the momentum equation,*
- *the different turbulent zones on the MR faces (jet impact, separation vortex/jet, air cavity and vortex regions) and to characterize the macro-turbulences by spectrum analysis,*
- *the negative and positive peaks of pressure to estimate the risk of cavitation and the maximum load on the MR elements, respectively.*

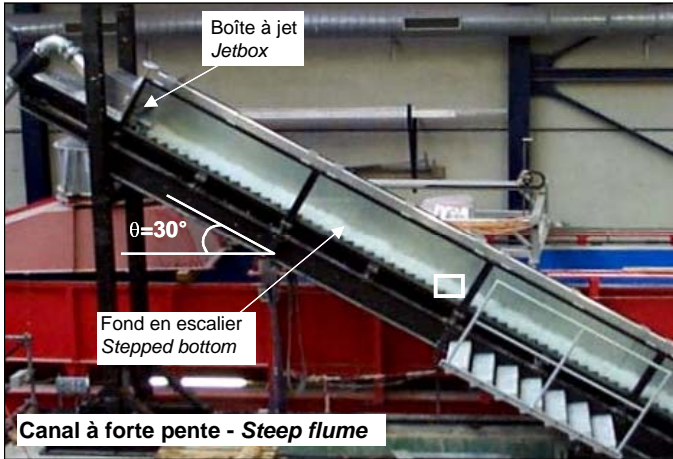


Figure 1: Vue du canal à forte pente / View of the steep flume

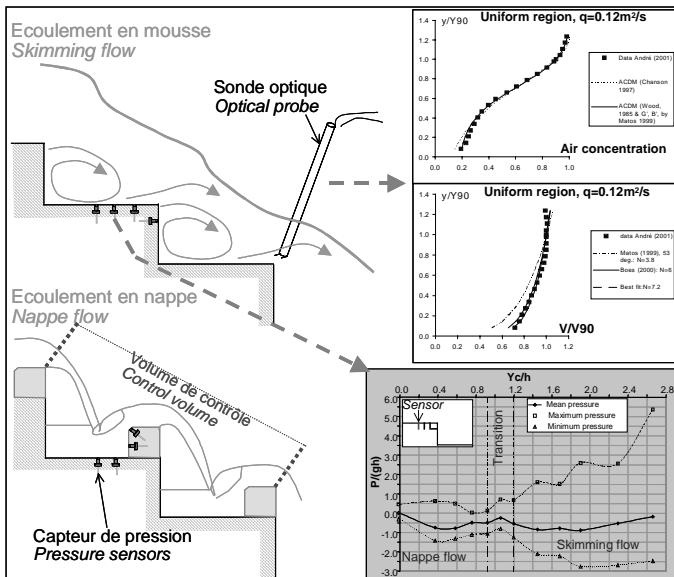


Figure 2: Description schématique de l'instrumentation et exemples de mesures / Schematic description of the instrumentation and examples of measurements

La concentration en air et la vitesse de l'écoulement sont mesurées avec une double sonde optique (Figure 2). Elle permet de détecter localement les phases gazeuse et liquide par différence de réflexion de la lumière. Les profils de concentration et de vitesse sont mesurés aux bornes du volume de contrôle, dans différentes régions de l'écoulement. Ces mesures sont destinées à établir une loi générale de perte de charge, et aussi à estimer l'influence de l'air, et les conditions d'écoulement.

Les essais sont menés sur une large gamme de débits (de l'écoulement en nappe à celui en mousse), pour 2 pentes (30°, 20°) et pour plusieurs formes et combinaisons d'éléments.

En parallèle, une étude numérique, basée sur un code en volumes finis, est réalisée en collaboration avec l'université de Liège. Ces deux approches conduiront à l'établissement d'une loi de perte de charge générale et aux équations hydrauliques qui caractérisent les écoulements bi-phasiques à hautes vitesses sur MR. Ces résultats permettront le dimensionnement d'un système dissipateur optimal.

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

Doctorante: Stéphanie André

*Air concentration and flow velocity are measured with a double fibre optical probe (Figure 2). It permits to locally detect air and water phases as well as the bubble flow velocity, using the reflection properties of light. The air concentration and velocity profiles are measured at the boundary of the control volume in different regions of the slope. This allows not only to establish a general head loss law but also to estimate the influence of the air, of the transition region and of the uniform one.*

*The tests are performed for a large scale of discharges (from nappe flow to skimming flow), for 2 slopes (30° and 20°) and for several macro-roughness element shapes and combination.*

*In parallel a numerical study of two-phase flow of MR based on a volume finite code are conducted in collaboration with the Liege university (Belgium). Both approaches will conclude on the establishment of a general head loss law and of the hydraulic equations which characterize the high velocity two-phase flow over macro-roughness. These results will therefore be the bases for the design of an optimal dissipating surface element system.*

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

*Ph.D. student: Stéphanie André*

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

L'étude de l'influence d'un déversoir latéral sur le transport solide dans une rivière fait partie du projet *Difuse* relatif aux digues fusibles et submersibles, projet dont la coordination est assurée par le LCH. Ce projet propose de dé-

*The study of the effect of a side weir on sediment transport in a river is part of the *Difuse* project focusing on fuse plug and overflow dams of which LCH is the coordinator. The project proposes to develop the bases for the*

velopper les bases de dimensionnement de tels ouvrages en traitant l'ensemble des problèmes hydrauliques. Les partenaires du projet sont l'Office fédéral des eaux et de la géologie, le Service des routes et cours d'eau du canton du Valais, l'Établissement cantonal d'assurances des bâtiments, Hydronat SA à Vétroz, l'École d'Ingénieurs de Fribourg, l'École d'Ingénieurs du canton Vaud, l'École d'Ingénieurs de Genève.

Le déversement latéral d'une partie du débit transitant dans un cours d'eau lors de la submersion d'une digue ou de l'ouverture d'une brèche a pour effet de diminuer la capacité de transport par charriage. Ce dernier contribue à la formation de dépôts sédimentaires qui surélèvent le niveau du lit et accroissent le déversement. Cette boucle peut se révéler très dangereuse, raison pour laquelle elle doit être étudiée en détail. Les digues fusibles et submersibles ont souvent fait l'objet d'approximations successives basées sur l'observation locale ou sur des études ponctuelles très poussées. L'expérience acquise jusqu'ici dans ce domaine ne permet cependant pas la généralisation à une situation quelconque. L'objectif de cette étude est d'analyser et d'expliquer le comportement du lit mobile lors d'un déversement latéral et de présenter des solutions pour l'implantation de digues fusibles en regard de ce phénomène.

*dimensioning of such works by considering all the coupled hydraulic sediment transport problems. The partners of the project are the Office Fédéral des Eaux et de la Géologie (OFEG), le Service des Routes et Cours d'Eau du canton du Valais (SRCE), l'Établissement Cantonal d'Assurances des Bâtiments à Fribourg (ECAB), Hydronat SA à Vétroz, l'École d'Ingénieurs de Fribourg (EIF), l'École d'Ingénieurs du canton Vaud (EIVD), l'École d'Ingénieurs de Genève (EIG).*

*The lateral discharge of part of the flow in a river by the overflow of the dam crest or by opening of fuse plugs results in the decrease of the bed-load transport capacity. This creates local deposits of sediments, which raise the level of the bed and increase the lateral discharge. This interaction can be very dangerous, if not equilibrium can be attained. The fuse plugs and overflow dams have often been the object of successive approximations based on local observations or very sophisticated specific studies. Experience acquired in this field until now, however does not allow to generalize the actual theories to any situation. The objective of this study is to understand and to analyse the behaviour of the mobile gravel river bed during a side weir discharge and to present solutions for the implantation of a fuse plug with regard to these phenomena.*

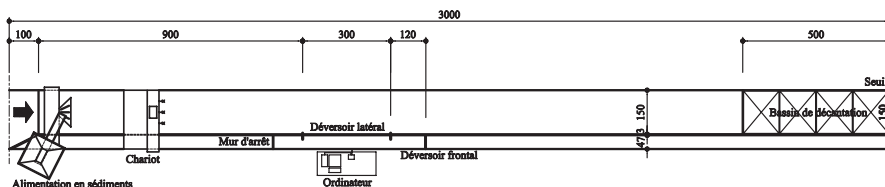


Figure 1 : Schéma de l'installation d'essai [cm] / Diagram of the testing facility [cm]



Figure 2 : Photo de l'installation d'essai (gauche) et du déversoir latéral (droite) / Photo of the experimental installation (left) and of the side weir (right)

Une approche expérimentale permettra de caler un modèle numérique 3D et d'analyser la problématique en détail. Le code numérique CFX-4.4 autorise la modélisation des écoulements fluides dans une géométrie quelconque, l'implémentation de ses équations et l'analyse du transport solide. Les premiers essais expérimentaux sur fond fixe ont permis de valider le modèle réduit et de tester l'instrumentation de mesures. L'étude expérimentale vise à mettre en évidence l'influence respective de différents paramètres.

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

Doctorante: Sheila Demierre

*Hydraulic laboratory tests in a flume will allow to analyse the flow and sediment transport conditions in detail and to calibrate a 3D numerical model. The numerical code CFX-4.4 allows the modelling of the flow in an general geometry and will be enhanced by the implementation of sediment transport equations. Preliminary experimental tests on non-erodible river bed have allowed to validate the physical model and test the measuring instruments. The study continues with experimental tests on mobile bed in parallel with the 3D numerical modelling.*

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

*Ph.D. student: Sheila Demierre*

### **1.1.6 Système de blocs en béton pour la protection superficielle des barrages en remblais / Concrete macro-roughness linings for overflow protection of earthfill embankment dams**

Un système de macro-rugosités pour la protection superficielle de barrages en remblais a été étudié. Ce système est composé de blocs préfabriqués en béton posés sur une couche de drainage. La principale différence par rapport à d'autres systèmes existants est le concept de sécurité, basé sur leur poids propre. Plusieurs géométries

*A macro-roughness lining system for the protection of earth embankment dams during overflow was investigated. It consists of pre-cast concrete elements placed on a drainage/separation layer. The main difference to other existing concrete element systems is their stability concept, based on the self-weight of the blocks. Several types*

d'éléments ont été développées et testées sur le modèle physique du parement d'un barrage avec une pente de 1/3 (V/H) (figure 1). Les conditions de rupture ont également été identifiées après avoir exposé les blocs à l'effet de débits croissants. Pour la fondation des blocs, différentes conditions de drainage et de frottement ont été testées, ainsi que différents alignements des joints longitudinaux. Les caractéristiques de l'écoulement ont été observées et mesurées en conditions quasi-uniformes.

*of elements were developed and tested in a physical model for a typical dam slope of 1/3 (V/H) (Figure 1). Failure conditions were identified after submitting the elements to increasing flow discharges. Furthermore, different foundation drainage and shear conditions between the elements and their foundation were studied, as well as different joint alignments. Flow characteristics were observed and measured for quasi-uniform flow conditions.*

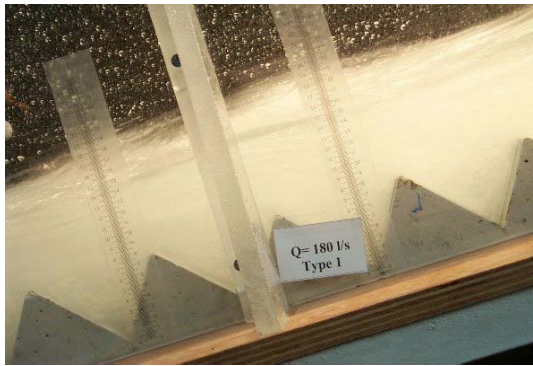


Figure 1: Écoulement sur macro-rugosités: marches contre-inclinés à 44° sous 180 l/s. / *Flow over macro-roughness 44° negative inclined steps under 180 l/s.*

Basé sur l'étude expérimentale, un modèle de stabilité a été développé pour le calcul des facteurs de sécurité. Ce modèle est fondé sur l'équation de renversement (mécanisme de rupture dominant) et sur des hypothèses concernant les forces hydrodynamiques, la pression hydrostatique et la concentration d'air dans l'écoulement. Des diagrammes de dimensionnement ont été élaborés pour parements à pente 1/3, permettant une estimation rapide des caractéristiques du système de protection, comme les dimensions et le poids des blocs résistant à un

*Based on the experimental study, a stability model was developed to compute the design safety factor. The model is based on the governing overturning equation (predominant failure mechanism) and on assumptions concerning the acting hydrodynamic forces, the hydrostatic uplift and the air concentration in the flow. Synoptic design charts were derived for 1/3 dam slopes, allowing the rapid estimate of the lining characteristics as dimensions and weight for a certain withstood design unit discharge, for various margins of safety (Figure 2). The developed*

certain débit spécifique (figure 2). Le système développé est envisagé pour la réhabilitation des déversoirs de barrages existants, de même que pour le dimensionnement et la construction des barrages jusqu'à 30 m ainsi que pour la protection des batardeaux.

Recherche financée par la Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT-Portugal)

Etudiant postgrade : Pedro Manso

*macro-roughness lining system is focussed for the spillway rehabilitation of existing dams, but also for the design and construction of low height dams (up to 30 m) as well as for the protection of cofferdams.*

*Research financed by Fundação para a Ciência e a Tecnologia (Portugal).*

*Postgraduate student: Pedro Manso*

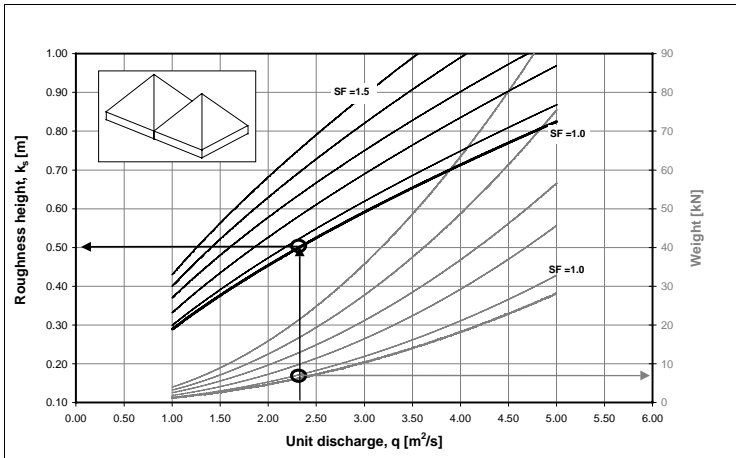


Figure 2: Diagramme de dimensionnement pour des pyramides à 45°: facteur de sécurité en fonction de la rugosité, du débit spécifique et du poids (densité du béton de 2400 kg/m<sup>3</sup>, pente du parement de 1/3) / *Design chart for 45° pyramid: safety factor values as a function of the roughness height, unit discharge and weight (concrete density 2400 kg/m<sup>3</sup>, dam slope of 1/3)*

### 1.1.7 La "méthode des éléments frontières similaire aux éléments finis" / *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

*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*



"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.

Résultats majeurs obtenus durant l'année : 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. Il convient de souligner que seuls les murs verticaux et la fondation sont discrétisés; les surfaces libres et le demi-espace ne le sont pas.

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

Post-doctorant: Dr François Huot

*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.*

*Major results obtained during the year: Analytical and numerical procedures are developed. Good agreement of displacements for a vertical load in the indicated points P1 to P4 along the free surface and below a foundation embedded in a half-space with the results of the boundary-element method (BEM) is observed. 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).*

*Post-doctoral research fellow:  
Dr. François Huot*

## 1.2 Recherche appliquée (exemples sélectionnés) / *Applied research (selected examples)*

### 1.2.1 Modélisation des courants de turbidité dans le bassin nord du lac de Lugano / *Turbidity currents in the stratified Lake of Lugano*

La crue exceptionnelle du Cassarate de septembre 1994 a partiellement bouleversé l'équilibre des eaux hypolimniques du bassin Nord du lac de Lugano. Ce constat renforce l'hypothèse que les eaux chargées du Cassarate pénètrent à différentes profondeurs du lac, en fonction de leur densité apparente.

L'affluent en crue est ainsi à l'origine d'une circulation interne susceptible de provoquer l'érosion des sédiments déjà constitués sur le fond, augmentant encore la charge solide et l'accélération d'avantage. Ce phénomène est connu sous l'appellation "courant de turbidité érosif". Ce dernier, qui dépend de la stabilité et de la consistance des dépôts sur les rives sous-lacustres et de sa propre vitesse, peut devenir une véritable avalanche lacustre. Il met alors en mouvement de grandes quantités d'eau et peut parcourir des distances très élevées. Les équilibres chimiques lacustres peuvent ainsi être altérés lors de tels événements, raison pour laquelle leur impact sur l'écosystème mérite d'être étudié.

Les modèles "classiques" d'équilibre d'une colonne d'eau dans les lacs ne permettent pas d'expliquer le comportement de ce type d'évènement. Seul un modèle hydrodynamique numérique en trois dimensions est en mesure de simuler la circulation d'eau résultant d'une crue de l'affluent précité.

L'analyse des courants de turbidité à l'intérieur du lac s'appuie conjointement sur une revue de littérature, sur des mesures in situ de l'écoulement chargé

*The exceptional flood of the Cassarate River in September 1994 partially disturbed the hypolimnic water balance in the Northern basin of the Lake Lugano. This observation reinforces the assumption that water of the Cassarate penetrates at various depths of the lake, according to their apparent density.*

*During the flood, the affluent is thus at the origin of an internal circulation likely to cause the erosion of the sediments already present on the bottom, increasing the solid load further and accelerating it. This phenomenon is known under the designation "erosive turbidity current". It depends on the stability and the consistency of the deposits on underwater banks and its own velocity and it can become a real lacustrine avalanche. It is able to put into motion great quantities of water and can go across very high distances. Lake chemical balances can thus be deteriorated at the time of such exceptional events and the impact on the ecosystem has to be studied.*

*The "traditional" models of the water column balance in lakes cannot explain the behaviour of this type of event. Only a numerical hydrodynamic model in three dimensions will be able to simulate the water circulation resulting from a flood of the above-mentioned affluent.*

*The study of turbidity currents on the bottom of a lake is based on a review of the relevant literature, on measurements of water and sediment motion on site and on numerical flow simulations. The limnologic data collected these last*

de l'affluent et au fond du lac à l'embouchure ainsi que sur la simulation numérique des courants.

Les données limnologiques recueillies ces dernières années dans le lac de Lugano par le Laboratoire cantonal d'études environnementales permettent de décrire les tendances évolutives générales du lac. La forte stratification thermique qui s'installe durant la période estivale s'oppose à un échange vertical substantiel entre les eaux anoxiques profondes et l'hypolimnion oxygéné.

*few years in Lake Lugano by the Laboratory of the environmental studies make it possible to describe the general evolutionary tendencies of the lake. The strong thermal stratification during the summer period should be able to prevent any substantial vertical exchange between deep anoxic water and the oxygenated hypolimnion.*

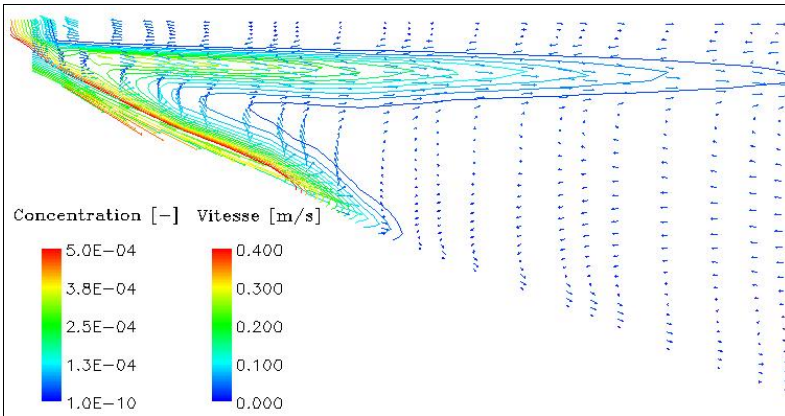


Figure 1: Isolignes de concentration et vecteurs vitesse dans le plan axial longitudinal, une heure après la pointe de la crue de 1994. Courants de densité sur le fond et courant intrusif / *Lines of equal concentration and velocity vectors in the axial longitudinal plane, one hour after the maximum discharge of the 1994 flood. Bottom density current and intrusive current*

La modélisation numérique de tous ces phénomènes est basée sur le code CFX-4 développé par Computational Fluid Dynamics Services et commercialisé par AEA Technology. Cet outil informatique a permis la simulation tridimensionnelle d'écoulements turbulents à phase solide dans le lac de Lugano (Figure 1).

*The numerical modelling of all these phenomena is based on the CFX-4 code developed by Computational Fluid Dynamics Services and sold by AEA Technology. This tool allows the three-dimensional simulation of turbulent flows with solid phase in Lake Lugano (Figure 1).*

Parallèlement aux calculs numériques, une station de mesure a été installée

*In parallel to the numerical calculations, a measuring site was installed on the Cassarate upstream of the mouth and*

sur le Cassarate à l'amont de l'embouchure et des chaînes de courantomètres ont été mouillées dans le lac. Pendant deux années consécutives, des campagnes de mesure ont ainsi été réalisées dans le Cassarate et le long de l'axe principal du lac de Lugano à Melide.

En plus de la crue de 1994, deux événements hydrologiques importants survenus en 1999 et en 2000 ont ainsi pu être modélisés. L'impact d'un événement hypothétique à caractère extrême a également été analysé.

Finalement, des solutions techniques ont été imaginées et testées numériquement pour réduire l'impact des crues du Cassarate sur l'écosystème du lac de Lugano.

Etude confiée par le Canton du Tessin.

Ingénieurs de projet : A. Lavelli et G. De Cesare

*chains of current meters were placed in the lake. During two consecutive years, a series of measurements were thus carried out in the Cassarate and along the principal axis of the lake from Lugano to Melide.*

*In addition to the flood of 1994, two significant hydrological events, which occurred in 1999 and 2000, were modelled. Additionally the impact of a hypothetical extreme event was analysed.*

*Finally, some technical solutions were proposed and numerically tested in order to reduce the impact of floods of the Cassarate River on the ecosystem of Lake Lugano.*

*Study entrusted by the Canton Ticino.*

*Project engineers: A. Lavelli and G. De Cesare*

### **1.2.2 Expo.02 – Arteplage de Morat – Etude sur modèles du comportement dynamique du Monolithe – Essais en bassin à houle et modélisation numérique / *Expo.02 – Morat Arteplage– Study on model tests of the dynamic behaviour of the Monolithe – Tests in wave tank and numerical studies***

Dans le cadre d'Expo.02, le projet "off-shore" de l'arteplage de Morat se présente sous la forme d'un cube flottant de 34 m de côté, situé à environ 200 m de la rive. Il repose sur une plate-forme flottante composée de caissons en béton armé. Il est amarré sur le fond du lac par 24 câbles métalliques assurant sa stabilité. Afin d'étudier, pour différents cas de charge, les mouvements du Monolithe sous l'effet des vagues et du vent et de valider le système d'ancrage, des essais ont été menés dans le bassin à houle du LCH (6x10 m) sur une maquette construite à l'échelle 1:50 (Figure 1). Les résultats, ont permis de définir les caractéristi-

*Within the framework of Expo.02 (Swiss National Exhibition), the offshore project of the "Morat arteplage" is a 34 m floating cube, approximately 200 m from the lake bank. Resting on a platform made of reinforced concrete empty boxes, it is moored to the bottom of the lake by 24 wires ensuring its stability. In order to study various scenarios of the movement of the Monolith under the wave and wind loads and in order to validate the mooring system, tests were carried out in the wave tank (6x10 m) on a 1:50 scale model (Figure 1). The results allowed to define the characteristics of the movement in the center of gravity*

ques du mouvement au centre de gravité et en différents points du Monolithe et de mesurer les efforts sur les lignes d'amarrage sous l'effet de charges sévères mais réalistes.

Etude confiée par la Direction technique d'Expo.02

Conception et étude structurale: Emch+Berger, Berne

Ingénieurs de projet : S. André et S. Sayah.

*and in various points of the Monolith as well as measure the efforts in the mooring lines under the effect of severe but realistic loads.*

*Study entrusted by the Technical Direction of Expo.02*

*Structural conception and study: Emch+Berger, Berne*

*Project Engineers: S. André and S. Sayah*



Figure 1: Mesure des mouvements du Monolithe face aux vagues dans le bassin à houle du LCH / *Wave-induced movement measurements of the Monolith in the wave tank of the LCH*

### **1.2.3 Descente d'eau pluviale du vélodrome UCI à Aigle – vérification hydraulique / *Rain evacuation system of the velodrome ICU in Aigle – hydraulic verification***

La toiture du vélodrome d'Aigle est un dôme elliptique dont la surface en plan est de 6'500 m<sup>2</sup>. L'eau de pluie est collectée sur le pourtour du dôme (en forme d'anneau elliptique) dans un chéneau de 1.9 m de large, se situant lui-même dans un plan incliné à 4.84° par rapport à l'horizontale. A son point

*The roof of the velodrome in Aigle is an elliptical dome with a projected surface of 6'500 m<sup>2</sup>. The rainwater is collected on the circumference of the dome (in the form of an elliptical ring) in a gutter of 1.9 m wide and having a slope of 4.84°. At the lowest point, the water flows into a vertical shaft of 0.4 m in*

bas, l'eau s'écoule dans un puits vertical de 0.4 m de diamètre et de 14 m de haut, relié avec un coude à 90° à la canalisation.

La problématique est de conduire l'eau, s'écoulant dans le chéneau en régime torrentiel, dans le puits de manière contrôlée. Un système avec déversoir latéral, orifice et déversoir en tulipe a été proposé. Cette combinaison permet d'avoir toujours un écoulement d'approche en régime fluvial avec ressaut hydraulique en amont. L'orifice permet d'éviter que de l'eau stagne dans la partie la plus basse.

diameter and 14 m high. At the the shaft is connected with a bend at 90° into the conduit.

The problem is to control the passing of the supercritical flow from the channel into the vertical shaft. A system with a lateral overtopping, an orifice and a "morning glory spillway" is proposed. This combination guarantees subcritical flow conditions in the lowest part of the channel with a hydraulic jump upstream. The orifice allows the evacuation of the stagnant waters.

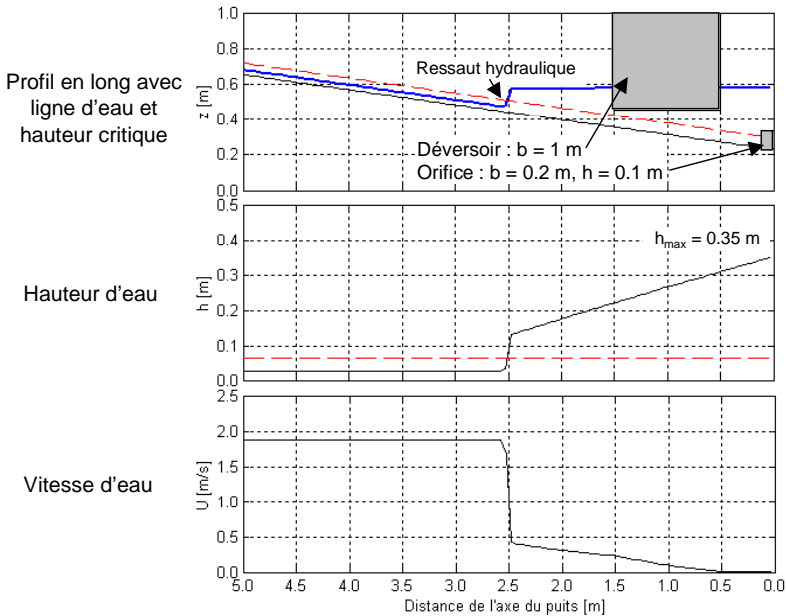


Figure 1: Ligne d'eau (en haut), hauteur d'eau (au milieu) et vitesse moyenne de la solution retenue (en bas) / Water leve (top), water depth (middle) and average velocity of the selected solution (bottom)

Des calculs de ligne d'eau ont été effectués avec un code de volume fini unidimensionnel, dans lequel les lois

Computation of the water level has been conducted with a one-dimensional finite volume code. The empirical

de comportement du déversoir latéral et de l'orifice ont été introduites. Le résultat de la configuration optimale, représenté sur la figure 1, et montre la ligne d'eau avec ressaut hydraulique, la hauteur d'eau et la vitesse moyenne de l'écoulement.

Pour le puits vertical, un rétrécissement au pied du puits a été proposé pour diminuer considérablement l'entraînement d'air. L'aération de l'écoulement en aval de ce rétrécissement est améliorée par une fenêtre d'aération après le coude.

Etude confiée par Dauner Ingénieurs Conseils, Aigle

Ingénieur de projet : Ch. Oehy

*laws for the lateral overtopping and the orifice have been introduced in the model. The results of the best configuration are presented in Figure 1. It shows the water level with the hydraulic jump, water height and average velocity of the flow.*

*For the vertical shaft, a narrowing at the base of the shaft is proposed to diminish the air entrainment significantly. The aeration of the flow downstream of the narrowing section is improved by an aeration window after the bend.*

*Study entrusted by Dauner Ingénieurs Conseils, Aigle*

*Project engineer : Ch. Oehy*

#### **1.2.4 Alluvionnement dans la retenue de Grimsel. Etude de solutions pour la réduction du transport de sédiments par courants de turbidité à l'intérieur de la retenue / Reservoir sedimentation in Lake Grimsel. Investigation of measures to diminish the sediment transport by means of turbidity currents within the lake**

Dans le cadre du projet KWO Plus, qui envisage la surélévation du barrage de Grimsel, les problèmes de transport de sédiments fins par courants de turbidité ont été étudiés à l'aide d'un modèle numérique. Ce modèle permet la simulation 3D de cet écoulement bi-phasique avec érosion ou déposition au fond de la retenue.

La simulation d'un événement de crue d'octobre 2000 a montré que des quantités considérables de sédiments fins sont transportées dans la partie la plus profonde de la retenue.

Deux configurations de digues submergées ont été testées pour éviter ce transport. La solution avec une digue de 15 m de haut et 150 m de long a été retenue pour la réalisation. Figure 1 montre les dépositions sans obstacles et figure 2 avec une digue submergée.

*In the context of the project KWO Plus which consists in increasing the height of the Grimsel dam, the problems related to the sediment transport by means of turbidity currents was investigated with a numerical model. This model allows a 3D simulation of this two-phase flow with erosion or deposition at the bottom of the lake.*

*The simulation of the flood event which occurred in October 2000 has shown that considerable amounts of fine sediments are transported to the deepest areas of the lake.*

*Two configurations of submerged dykes have been tested to prevent this transport. The solution with a dyke of 15 m high and 150 m long has been proposed for construction. Figure 1 shows the deposition without an obstacle and Figure 2 with the dyke.*

La solution proposée permet de retenir des quantités importantes de sédiments fins et d'éviter l'alluvionnement de la prise d'eau.

Etude confiée par Kraftwerke Oberhasli AG, Innertkirchen

Ingénieur de projet : Ch. Oehy

*The proposed solution allows to retain important amounts of fine sediments and prevents sedimentation in the area of the intake structures.*

*Study entrusted by Kraftwerke Oberhasli AG, Innertkirchen*

*Project engineer : Ch. Oehy*

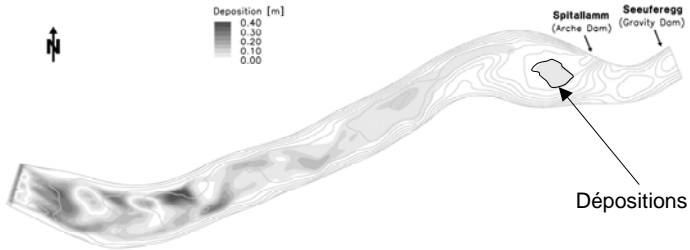


Figure 1: Dépositions après le passage du courant de turbidité de la crue d'octobre 2000 (sans obstacle) / *Deposition after the passage of the turbidity current during the flood of October 2000 (without obstacle)*

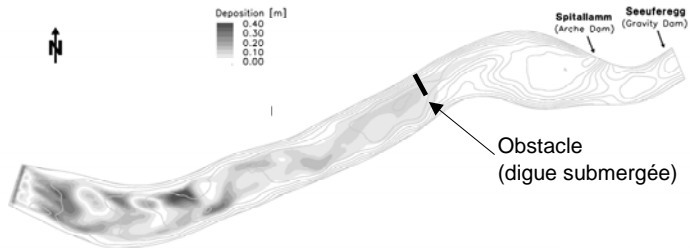


Figure 2: Dépositions après le passage du courant de turbidité de la crue d'octobre 2000 (avec obstacle) / *Deposition after the passage of the turbidity current during the flood of October 2000 (with obstacle)*

**1.2.5 La Veveyse, des Toveires au Léman. Analyse de la sécurité et des risques résiduels - modélisation des écoulements et du transport solide / *The Veveyse River from Toveires to Lake Geneva. Security concept and risk analysis by numerical modeling of hydraulics and sediment transport***

La Veveyse est une rivière qui prend sa source dans les Alpes Vaudoises et se jette dans le lac Léman après avoir traversé la ville de Vevey. A cet endroit,

*The Veveyse River flows from the Alps into Lake Geneva in Vevey. During high floods, the city of Vevey is in danger because of this river flowing through the*



le cours d'eau représente un danger pour la population et l'économie de la ville lors de crues importantes. Afin d'établir une carte des dangers, document utilisé pour l'élaboration des plans directeurs, les conditions hydrauliques et morphologiques lors de crues devaient être calculées.

Le logiciel de calcul DEPERO, développé au Laboratoire de constructions hydrauliques, a permis d'effectuer les calculs d'écoulements non stationnaires et d'évaluer l'évolution morphologique du cours d'eau pour différentes conditions hydrologiques allant de la crue centennale à la crue extrême, permettant ainsi de mettre en évidence les dangers ainsi que les risques résiduels.

L'étude a montré que la formation de dépôts de sédiments en différents endroits critiques du cours d'eau à Vevey entraînait des débordements dangereux de l'ordre de 1 mio m<sup>3</sup> pour la crue centennale et 1.5 mio m<sup>3</sup> pour la crue extrême. Des aménagements ont été proposés et vérifiés à l'aide du même logiciel, qui ont permis de réduire les débordements potentiels de manière significative. En effet, une crue centennale verrait ses débordements réduits de 80% pour atteindre 18'000 m<sup>3</sup> alors que la crue extrême verrait les siens portés à 52'000 m<sup>3</sup>, soit une réduction de 65%.

Le Service Cantonal des Eaux, Sols et Assainissement (SESA) a considéré ces résultats pour prendre des mesures d'urgence et élaborer un projet d'aménagement de la Veveyse.

Etude confiée par le SESA et réalisée en collaboration avec le bureau Stucky Ingénieurs Conseils SA.

Ingénieurs de projet : S. Demierre et F. Jordan

*downtown. Economical and human damage could result from floods because of the very low present hydraulic capacity. For establishing danger maps and comprehensive plans, hydraulic and morphological parameters must be calculated.*

*DEPERO is a software developed in the Laboratory of Hydraulic Constructions. Thanks to that program, it was possible to evaluate the hydraulic conditions and morphological evolution of the stream by unsteady flow simulations. Different hydrological conditions were studied, such as hundred year return period event and probable maximal flow which help evaluation of danger and residual risks.*

*The simulations showed sediment deposits forming in some critical places of the river in Vevey, such as bridges and small cross-section spots. These deposits generated dangerous overtoppings of 1 mio m<sup>3</sup> for the hundred year return period event and 1.5 mio m<sup>3</sup> for the probable maximal flow. Solutions were proposed and tested by other numerical simulations. Thanks these, it was managed to reduce significantly the importance of the overtoppings. For example, the hundred year event would lead to only 18'000 m<sup>3</sup> of overtopped water volume, while the pmf would reach 52'000 m<sup>3</sup>, meaning a reduction of 65%.*

*The Cantonal Service for Water, Soil and Remediation (SESA) used the results of this study in order to elaborate emergency measures and a new town planning project.*

*Study entrusted by SESA in collaboration with Stucky Engineering Ltd.*

*Project engineers : S. Demierre and F. Jordan*

## 1.2.6 Ouvrage de décharge pour la protection contre les crues sur la rivière Worble – Essais sur modèle physique / *Flood diversion structure on the Worble River - scale model tests*

Les inondations des zones urbaines lors de passage de fortes crues sont souvent à l'origine de dégâts aux conséquences économiques considérables.

Une telle situation existe sur la commune d'Ittigen, proche de la ville de Berne, où la capacité de la rivière Worble est actuellement insuffisante en regard des objectifs de protection. Pour résoudre ce problème, le bureau d'ingénieurs IUB à Berne a élaboré le projet d'un ouvrage de décharge à l'amont de la zone menacée. Le flux dérivé est rejeté directement dans l'Aar, exutoire naturel de la Worble.

L'ouvrage proposé, conçu sur le principe d'une prise tyrolienne, permet de limiter le débit aval en envoyant le surplus à travers une galerie. Les problèmes à résoudre étaient le captage optimal de l'eau et simultanément, l'élimination des corps flottants et solides importants.

L'objectif de l'étude était de développer les bases de dimensionnement de ce type d'ouvrage par une analyse paramétrique de ses caractéristiques principales. Cette analyse a été faite sur une base expérimentale et théorique.

Les essais sur modèle réduit à l'échelle 1:15 ont montré que la solution proposée par l'ingénieur fonctionne à satisfaction, moyennant quelques adaptations de l'orifice de contrôle du débit de dotation ainsi que du seuil de contrôle du débit évacué, de la grille de rétention des corps flottants et de la dalle d'appui à l'entrée de la galerie.

Grâce à ces modifications mineures, l'objectif d'améliorer la distribution de l'écoulement sur le seuil de contrôle et

*Inundations of urban areas during the passage of large floods are frequently responsible for damages with significant economic consequences.*

*Such a situation exists in the village of Ittigen, close to the city of Bern, where the capacity of the Worble River is currently insufficient regarding flood protection objectives. To solve this problem, IUB consulting engineers in Berne elaborated the project of a flood control structure before the entry of the endangered zone. The diverted discharge is rejected directly into the Aare River, natural outlet of the Worble.*

*The proposed structure, conceived on the principle of a Tyrolean intake, allows limiting the downstream discharge by diverting the excess flow through a gallery. The problems to solve were the optimal intake of water and simultaneously, the elimination of major floating and solid debris.*

*The purpose of the study was to develop the design bases of this type of work by a parametric analysis of its main characteristics. This analysis has been performed on an experimental and theoretical basis.*

*The tests performed on a physical model of scale 1:15 showed that the solution proposed by the engineer functions to satisfaction subjected to some adjustments on the orifice for minimum discharge control, as well as on the exceeding discharge control sill, on the floating debris retention trash-rack and the support slab of the gallery entry.*

*Thanks to these minor modifications, the objective to improve the flow distribution on the control sill and therefore*

par conséquent à l'entrée de la galerie d'évacuation a pu être atteint.

Etude confiée par IUB Ingénieurs-Conseils SA à Berne et la commune d'Itigen.

Ingénieur de projet : Houda Elleuch

*at the entry of the evacuation gallery has been reached.*

*Study entrusted by IUB consulting engineers Ltd in Berne and the commune of Itigen.*

*Project engineer: Houda Elleuch*

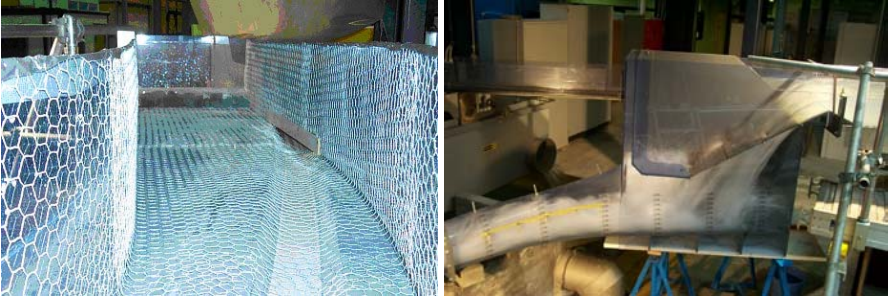


Figure 1: Gauche: Chenal d'approche avec rugosité artificielle à l'aide d'un filet / Left: Approach flow channel with artificial roughness using a metallic net  
Droite: Ecoulement à travers la prise tyrolienne à l'entrée de la galerie / Right: Flow through the Tyrolean intake at the entrance of the gallery

### 1.2.7 Aménagement du lit de la Dranse en ville de Martigny / Bed modification works of the Dranse River in Martigny

La Dranse est un cours d'eau alpin se jetant dans le Rhône juste après avoir traversé Martigny. Les 14 et 15 octobre 2000, des débordements ont été observés en amont de la ville, causant de nombreux dégâts. Le niveau d'eau a atteint le tablier de deux ponts situés en plein centre ville, risquant de créer de nouveaux débordements. La réduction de ces risques est devenue une priorité pour la commune.

Une étude sur modèle physique a été effectuée dans le but de trouver des solutions d'aménagement du lit permettant d'augmenter le transit des sédiments dans la zone des ponts afin d'éviter la formation de dépôts. Des simulations d'écoulement stationnaire ont été menées pour différentes configurations géométriques.

*The Alpine river Dranse flows into the Rhone River in Martigny. On 14-15<sup>th</sup> October 2000, high floods occurred upstream in the Swiss and Italian Alps, which lead to the damage of infrastructures. In the city of Martigny, the water level was so high that it reached the deck of two bridges right in the center of town. The authorities decided to take immediate measures to decrease these risks.*

*Physical modeling was used to find solutions in order to increase the sediment transport capacity in the critical sector. These constructive changes are necessary for avoiding the formation of sediment deposits. Some steady flow simulations have been undertaken for different geometrical configurations.*



Figure 1: Essai avec banquette en rive droite / *Right bank bed overelevation simulation*

Une solution a finalement été trouvée pour augmenter la capacité de transport de la section critique. Il s'agit d'une banquette placée en rive droite (Figures 1 et 2), d'une longueur approximative de 500 m. Cette dernière permet une accélération de l'écoulement et empêche toute déposition de sédiments à l'intérieur de la courbe.

Etude confiée par la commune de Martigny et le bureau Bonnard et Gardel Ingénieurs Conseils SA.

Ingénieurs de projet : L. Mouvet et F. Jordan

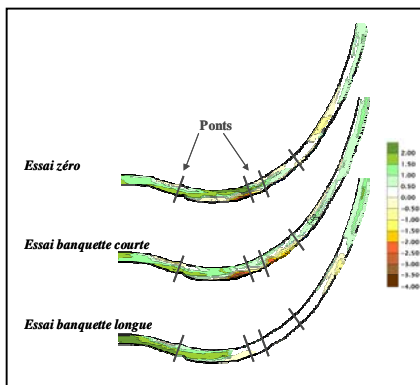


Figure 2: Topographie finale pour différentes géométries / *Final topography for different geometrical configurations*

*A solution was finally found for increasing the sediment transport capacity in the critical sector. It is composed by a bed overelevation on the right bank (Figures 1 and 2) approximately 500 m long. This system accelerates the stream flow locally and avoids sediment deposition in the curve.*

*Study entrusted by the Community of Martigny and Bonnard & Gardel Engineering Ltd.*

*Project engineers : L. Mouvet and F. Jordan*

### 1.2.8 Réservoir flottant contractile pour la récupération et le stockage des nappes d'hydrocarbures / *Contractible floating softwall reservoir for the confinement and recuperation of oil slick*

Le Réservoir flottant contractile, baptisé "Réservoir Cavalli" du nom de son concepteur, propose une nouvelle approche pour la lutte contre les marées noires. Conçu pour la récupération, le

*The contractible floating reservoir, called "Reservoir Cavalli" named after its designer, is a new approach in cleaning up oil slicks. Conceived for the recovery, storage and transport of*

stockage et le transport des nappes d'hydrocarbures à la dérive, ce dispositif a fait l'objet d'une recherche préliminaire afin de vérifier sa faisabilité et son efficacité dans des conditions semblables à celles rencontrées en mer. Il est constitué de deux éléments: le flotteur, qui est la partie visible en surface, et la jupe lestée qui est immergée. En déployant cette paroi sur les lieux de l'accident pour encercler la nappe d'hydrocarbures, il est possible de la piéger et d'empêcher ainsi son étalement. La subdivision du réservoir en plusieurs compartiments permet ensuite d'augmenter l'épaisseur de la nappe. L'ensemble pourra finalement être remorqué à un emplacement choisi pour le pompage de son contenu.

Etude confiée par DuPont de Nemours International S.A. (Genève).

Ingénieur de projet : S. Sayah

*spilled hydrocarbons, the device was an object of preliminary physical tests in order to check its feasibility and its effectiveness under similar sea conditions. A single boom of the reservoir is made of two parts: the floating air-filled float, and the ballasted submerged skirt. By using this softwall reservoir to encircle all the polluted surface of an oil spill accident; it is easy to trap the oil slick inside preventing in consequence its dispersion. The subdivision of the reservoir in several compartments then allows its oil slick to become thicker. The entire unit can be towed afterwards to a chosen area for pumping and the recycling of its content.*

*Study entrusted by DuPont de Nemours International Ltd (Geneva)*

*Project engineer : S. Sayah*

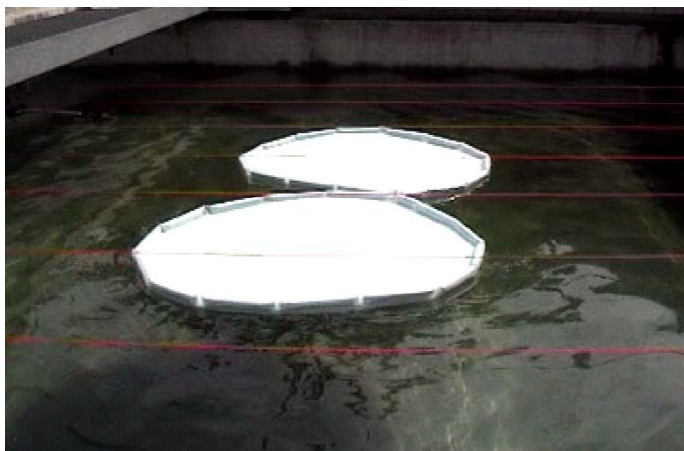


Figure 1: Sollicitation par vagues du réservoir flottant dans sa double configuration /  
*Sollicitation of the floating reservoir due to waves*

### 1.2.9 Projet hydroélectrique Karahnjúkar – analyse transitoire du système d'aduction en eau / *Karahnjúkar Hydroelectric Project – Transient analysis of waterway system*

Landsvirkjun, la Compagnie d'Hydroélectricité Nationale d'Islande, projette d'initier en 2003 la construction de l'usine hydroélectrique de Kárahnjúkar (690 MW). Le projet comprend entre autres une un barrage en enrochement de 190 m de hauteur créant le réservoir de Hálslón, deux barrages secondaires, une galerie d'amenée principale de 40 km, le tunnel de dérivation Jökulsá de 14 km, deux conduites forcées de 400 m de chute et une centrale hydroélectrique souterraine.

*Landsvirkjun, the National Power Company of Iceland, intends to initiate in 2003 the construction of the Kárahnjúkar 690 MW hydropower plant. The project comprises a 190 m high Kárahnjúkar concrete-faced rockfill-dam that creates the Hálslón reservoir, two saddle dams, a 40 km long main head-race tunnel, the 14 km long Jökulsá diversion tunnel, two 400 m high-pressure shafts and an underground power station.*

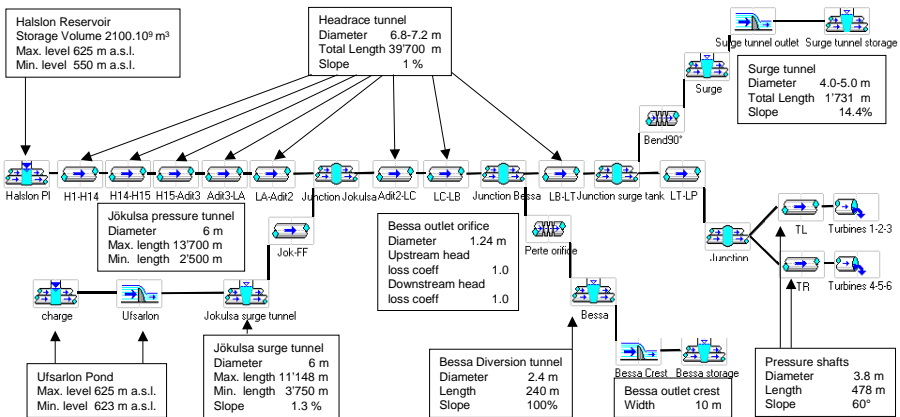


Figure 1: Schéma numérique du système transitoire d'aduction en eau de la phase 2 du projet modélisé avec "Hydraulic System" / *Numerical scheme of the transient waterways system in stage 2 of the project modelled by "Hydraulic System"*

En fonction du niveau d'eau du réservoir de Hálslón, la dérivation de Jökulsá génère un écoulement à surface libre dans la partie amont et un écoulement en charge en aval. En raison de l'apparition d'un ressaut hydraulique, la galerie ne peut pas être

*As a function of the water level in Hálslón reservoir, the Jökulsá diversion tunnel generates free flow conditions in the upstream part, and pressurized flow conditions downstream. A hydraulic jump thus appears inside and the tunnel cannot be simply modelled as a*

simplement modélisée comme une conduite en charge. Un certain volume fonctionne comme cheminée d'équilibre en situation d'écoulement transitoire. De ce fait, la galerie a été modélisée dans le modèle numérique "Hydraulic System" (figure 1) comme une conduite de longueur variable, suivie par une cheminée d'équilibre dont le niveau d'eau initial correspond au niveau du ressaut. Les résultats des calculs transitoires, concernant les oscillations en masse et le coup de bélier, indiquent que ce volume supplémentaire réduit de façon significative les pressions extrêmes dans le système.

Etude confiée par Electrowatt-Ekono AG et Landsvirkjun, Islande.

Ingénieur de projet : E. Bollaert

*conduit. A certain volume is functioning as surge tunnel during transients. The tunnel has been modelled in the numerical model "Hydraulic System" (Figure 1) as a conduit with a variable length, followed by a surge tunnel with an initial water level corresponding to the level of the hydraulic jump. The results of detailed transient calculations of both surge oscillations and water hammer phenomena revealed that the additional volume of the free-flow part significantly decreased the extreme transient pressure loadings.*

*Study entrusted by Electrowatt-Ekono AG and Landsvirkjun, Iceland.*

*Project engineer : E. Bollaert*

#### **1.2.10 Aménagement hydroélectrique de Cleuson-Dixence. Expertise hydraulique du puits blindé concernant les pressions dynamiques dues aux coups de bélier / Hydropower plant of Cleuson-Dixence.**

##### ***Hydraulic expertise of the penstock concerning the dynamic pressures due to the waterhammer***

Suite à la rupture du puits blindé de l'aménagement Cleuson-Dixence une expertise des sollicitations de pressions statiques et dynamiques à l'endroit de la rupture et aux points significatifs de l'adduction entre la retenue et les turbines a été effectuée.

Le logiciel "Hydraulic System" développé au LCH a été utilisé pour modéliser le réseau hydraulique. Des calculs du coup de bélier et de l'oscillation en masse pour différents cas de charge correspondant à des manœuvres documentées ont été comparés avec les mesures. La figure 1 montre la comparaison entre les variations du niveau d'eau dans la chambre d'équilibre mesurées et calculées lors d'une fermeture rapide.

*Consequently to the steel liner failure of the hydropower plant of Cleuson-Dixence, an expertise of the static and dynamic pressures at the location of the failure and other significant points of the waterway system was carried out.*

*The program "Hydraulic System", developed by LCH, was used to model the waterway system. Computation of the waterhammer and the mass oscillation for different load cases corresponding to documented manoeuvres were compared to the measured values. Figure 1 shows the comparison between the measured and computed water level variations in the surge tank following a rapid shut down.*

Le modèle a ainsi permis de déterminer les sollicitations à l'endroit de la rupture du puits blindé.

Etude confiée par CETP Ingénieurs-Conseils.

Ingénieur de projet : Ch. Oehy

*From the model, the dynamic and static solicitations at the location of the steel liner failure were determined.*

*Study entrusted by CETP consulting Engineers.*

*Project engineer : Ch. Oehy*

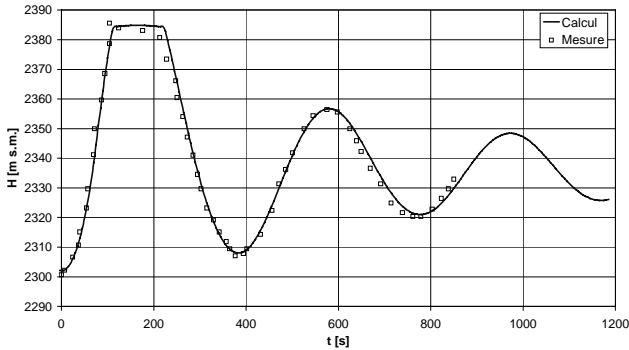


Figure 1: Variations du niveau d'eau dans la chambre d'équilibre (mesurées et calculées avec "Hydraulic System") / Variations of the water level in the surge tank (measured and computed with "Hydraulic System")

### 1.2.11 Dépotoir à sédiments de Baltschieder: essais sur modèle / Sediment reservoir in Baltschieder: physical modelling

Lors des crues exceptionnelles qui ont marqué le Valais en octobre 2000, la commune de Baltschieder a subi d'énormes dégâts. Une lave torrentielle a en effet surgi des gorges du Baltschiederbach pour ensevelir le village sous 2 à 4 m de boue, soit environ 100'000 m<sup>3</sup> de matériaux. Un modèle physique à l'échelle 1:35 a donc été construit sur place afin d'étudier le comportement et de vérifier la capacité d'un dépotoir à sédiments. Il a également donné lieu à un reportage dans le journal télévisé de la TSR.

During the exceptionally high floods which occurred in the Swiss and Italian Alps in October 2000, the commune of Baltschieder suffered tremendous damage. The village was buried under a 2-4 meter sediment layer of a total volume of 100'000 m<sup>3</sup>. Physical modeling at a scale of 1:35 was done on site near Baltschieder for studying the behavior of the protection system and checking its retention capacity. The model has also been filmed for a TV report for the news (Swiss TV).





Figure 1: Vue de la maquette après un essai / Model overview after a test

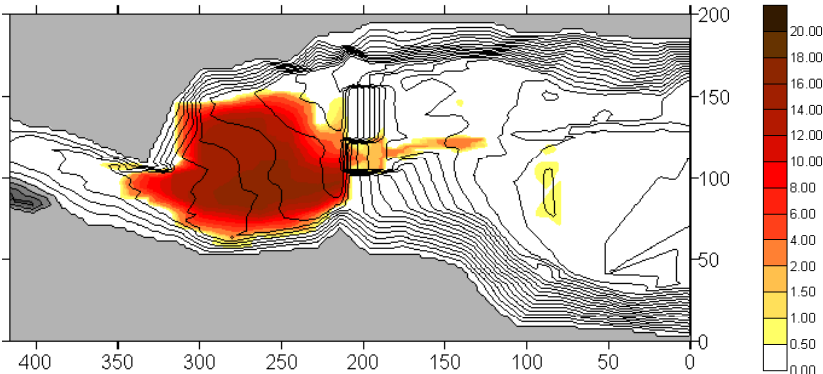


Figure 2: Effet du projet final sur les dépôts dans le réservoir pour une crue extrême / Effect of proposed project for an extreme flood. Depth of sediment deposits

Une maquette en béton et en polyester a été construite à Baltschieder, sur le site touché par la catastrophe. D'une taille de 14 mètres par 6, elle était équipée de 8 capteurs électroniques mesurant la hauteur d'eau, disposait d'un dispositif d'adduction d'eau capable de fournir 35 l/s et d'une alimentation en sédiments réglable (figure 1). Plusieurs essais ont été menés pour différentes géométries de la digue du dépotoir ainsi que pour différentes crues de projet (figure 2).

Les essais ont permis de valider le concept de protection contre les crues de Baltschieder en montrant que la capacité minimale de rétention était de 100'000 m<sup>3</sup> pour la digue amont et

A concrete and polyester model was built in Baltschieder, on the damaged area. The size of the model was 14 by 6 square meters; it was equipped with 8 electronic sensors for water level measurements (Figure 1). The water was supplied by a powerful 35 l/s discharge adduction system and sediment transport was also under controllable system. Many tests were run for different geometrical configurations of the dam and for different flood events (Figure 2).

The tests confirmed the security concept of Baltschieder and revealed a minimum retention capacity of the reservoir of 100'000 m<sup>3</sup>. The transport of sediments into the Rhone River has

200'000 m<sup>3</sup> pour le système complet.  
Le transit des sédiments vers le Rhône  
a été très fortement réduit.

Etude confiée par la commune de  
Baltschieder et le bureau Teyssere &  
Candolfi AG, en collaboration avec  
Dr. M. Jäggi Fluss-Morphologie.

Ingénieur de projet : F. Jordan

*also been strongly reduced.*

*Study entrusted by the Community of  
Baltschieder and Teyssere & Candolfi  
Ltd. in collaboration with Dr. M. Jäggi  
Flow & Morphology.*

*Project engineer : F. Jordan*

## 2. Enseignement / Teaching

### 2.1 Cycle postgrade en aménagements hydrauliques / *Postgraduate studies in hydraulic schemes* (1999 - 2001 & 2001 - 2003)

Suite au succès de la première édition (1999 – 2001) avec une trentaine de participants provenant de plus de dix pays différents, le LCH, en collaboration avec l'ETHZ et en partenariat avec les universités de Munich, Innsbruck et Liège ainsi que l'Institut national polytechnique de Grenoble, organise la deuxième session (2001 – 2003) du cycle postgrade en aménagements hydrauliques.

La cérémonie d'ouverture de la deuxième édition du cycle d'études postgrade en aménagements hydrauliques a eu lieu le 10 septembre 2001, une cinquantaine d'invités, incluant les nouveaux étudiants, y ont participé.

#### **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.

*After the successful first edition (1999 - 2001) with some 30 participants from more than ten different countries, the LCH, in collaboration with the ETH-Zurich and in partnership with the universities of Munich, Innsbruck and Liège as well as the "Institut national polytechnique" in Grenoble, is organising the second session (2001 – 2003) of the Postgraduate studies in hydraulic schemes.*

*The opening ceremony of the second edition of the postgraduate studies in hydraulic schemes took place on 10th September 2001, some fifty people, including the new students, were present.*

#### **Associated institutions**

*The associated institutions are:*

- *the ETH Zurich, Laboratory for Hydraulics, Hydrology and Glaciology (VAW)*
- *the Technische Universität München, Germany, Institute of Hydraulic and Water Resources Engineering*
- *the University of Innsbruck, Austria, Institut für Wasserbau (IWI)*
- *the "Institut national polytechnique" of 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.*

## **Objectifs**

Cette formation de niveau universitaire, orientée vers l'acquisition d'une vision globale, vise une haute qualification technique dans les différents domaines d'application de l'ingénierie hydraulique ainsi que la maîtrise de la gestion socio-économique et écologique d'un projet. Un accent particulier est mis sur les connaissances acquises en milieu alpin concernant la production hydroélectrique et la protection contre les crues. Ces compétences, largement reconnues, sont offertes avec succès dans le monde entier par de nombreux bureaux et entreprises. L'ingénieur issu de la postformation pourra se profiler comme chef de projets en aménagements hydrauliques à buts multiples, 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 modules qui traitent les thèmes suivants :

- Gestion et ingénierie des ressources 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 protection contre les 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 heures d'enseignement sur deux ans et se termine par la réalisation d'un travail de

## **Objectives**

*The aim of the postgraduate cycle, based on a global vision, is to acquire a very high technical qualification in different fields of applications in hydraulic engineering as well as to master the socio-economic and ecological aspects of a project. Special attention is given to the acquired competences in Alpine regions regarding the use of hydropower and flood protection, skills recognised world-wide and applied with success by many engineering companies in their international business. After having successfully completed our course of study, a participant should be qualified to assume the function of chief project engineer of hydraulic multiple purpose projects, able to deal with a large range of activities covering the whole life cycle of hydraulic schemes.*

## **Topics**

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

- *Water resources management and engineering*
- *Integrated conception and impact of hydraulic schemes*
- *Design and construction of hydraulic schemes and dams*
- *Hydroelectric powerplants*
- *River training works and flood protection*
- *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 approximately 600 hours of lectures during two years ends with the completion of a Master's*

diplôme postgrade, donnant accès à l'obtention d'un Diplôme postgrade délivré conjointement par l'EPFL et l'ETHZ.

Afin d'en favoriser l'accès aux personnes actives dans la profession, les cours sont organisés sur le principe du temps partiel au rythme régulier d'un jour par semaine, sur 38 semaines annuelles.

### **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.

*project. The successful participant will obtain a postgraduate diploma delivered jointly by the EPFL and the ETHZ.*

*In order to encourage the participation of active professionals, the course is organised on a regular part time basis i.e. one day per week, 38 weeks per year.*

### **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.*



Figure 1: Excursion au barrage de Mauvoisin le 5 octobre 2001 avec les participants à la 2<sup>ème</sup> session 2001 - 2003 / *Field trip to Mauvoisin dam, 5th October 2001 with participants of the second session 2001 - 2003*

### **Participants à la deuxième session**

La deuxième session est suivie par 26 candidats au cycle complet, ressortissants des pays suivants : Algérie (1 personne), Autriche (1), Bénin (1), Inde (1), Iran (5), Italie (1), Kosovo (1), Népal (1), Pérou (1), Sénégal (2) et Suisse (11).

### **Participants of the second session**

*The second session is followed by 26 full time participants, citizens of the countries listed here below: Algeria (1 person), Austria (1), Benin (1), India (1), Iran (5), Italy (1), Kosovo (1), Nepal (1), Peru (1), Senegal (2) and Switzerland (11).*

13 stages rémunérés ont pu être attribués par la Direction du Cycle à des candidats étrangers.

13 remunerative training places could be organised by the Course Management.

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

### 2.2.1 Cours de 2<sup>ème</sup> 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 <sup>ème</sup> semestre
Aménagements hydrauliques II <i>Hydraulic structures and schemes II</i>	42 heures, 6 <sup>ème</sup> semestre
Barrages et ouvrages annexes <i>Dams and appurtenant structures</i>	42 heures, 7 <sup>ème</sup> semestre
Organisation, économie et droit de la construction I / <i>Organisation, economics, construction law I</i>	28 heures, 7 <sup>ème</sup> 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 <sup>ème</sup> 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 <sup>ème</sup> semestre avec Dr M. Altinakar

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

---

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

Réseaux hydrauliques et énergétiques  
*Hydraulic and energy networks*

42 heures, 7<sup>ème</sup> 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<sup>ème</sup> 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<sup>ème</sup> 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*

---

Interaction dynamique sol-structure  
*Dynamic soil-structure interaction*

42 heures, 8<sup>ème</sup> semestre

## **2.2.2 Cours de 2<sup>ème</sup> 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  
*Hydraulics II and sewer networks*

56 heures, 5<sup>ème</sup> semestre

Gestion des eaux de surface II  
*Surface water management II*

4 heures, 8<sup>ème</sup> semestre  
Cours du Prof. A. Musy

## **2.2.3 Cycle postgrade en aménagements hydrauliques / *Postgraduate* *course in hydraulic schemes***

---

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

---

*Session 1999 – 2001*

Module 7: Economie, planification et gestion de projet  
*Economy, planning and management of project*  
2 heures

*Session 2001 – 2003*

Module 1: Gestion et ingénierie des ressources en eau  
*Water resources management and engineering*  
6 heures

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

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

---

*Session 1999 – 2001*

Module 6 Systèmes urbains: fonctionnement des réseaux  
*Water supply, drainage and sewer in urban areas: network functioning*  
10 heures

Module 8: Aménagement et revitalisation de cours d'eau  
*Revitalization of river courses*  
18 heures

*Session 2001 – 2003*

Module 1: Gestion et ingénierie des ressources en eau  
*Water resources management and engineering*  
16 heures

#### **2.2.4 Cours postgrade en gestion des ressources en eau, hydrologie et hydrogéologie / *Postgraduate course in water resources management, hydrology and hydrogeology***

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

---

Module C1: Modélisation mathématique des processus hydrologiques. Cours :  
Modélisation hydraulique des cours d'eau naturels  
*Mathematical modeling of hydrological processes. Course: Natural water course hydraulic modeling*  
18 heures

#### **2.2.5 Cours postgrade en risque et sécurité / *Postgraduate course in risk and security***

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

---

Risques naturels - hautes eaux et inondations  
Natural hazards – floods  
4 heures



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

---

Module G5: Modélisation du transport et de la dispersion. Cours : Le rôle des réseaux d'évacuation et d'adduction d'eau dans la protection contre les accidents majeurs.  
2 heures

### **2.3 Cours hors EPFL / Courses outside EPFL**

**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<sup>ème</sup> semestre  
*Applied Hydraulics I*

Hydraulique appliquée II 68 heures, 6<sup>ème</sup> semestre  
*Applied Hydraulics II*

### **2.4 Projets et laboratoires du 2<sup>ème</sup> cycle au Département de génie civil – semestres d'hiver 2000/2001 et d'été 2001 / Graduate student projects and laboratory work in the Civil Engineering Department –winter semester 2000/2001 and summer semester 2001**

#### **Projet de construction / Construction project**

---

##### **Aménagement hydroélectrique sur l'Avançon à Bex**

Etudiant(e)s : S. Naciri, M. Soldini, S. Ackermann - 6<sup>ème</sup> semestre, B. Charbonnier,  
M. Hofmann – 8<sup>ème</sup> semestre

Définition des objectifs de protection contre les crues, identification des déficits de protection, planification des mesures et analyse du risque résiduel. Dimensionnement préliminaire des mesures et vérification du fonctionnement hydraulique. Comparaison technique et économique des mesures possibles. Aspects environnementaux. Avant-projet de la solution retenue.

##### **Barrage de Karun IV en Iran**

Etudiante : D. Brügger – 8<sup>ème</sup> semestre

Aménagement sur la rivière Karun (crue max. env. 11'000 m<sup>3</sup>/s) au sud-ouest de l'Iran créé par un barrage d'environ 220 m de hauteur et une centrale hydroélectrique située immédiatement à l'aval du barrage d'une puissance installée d'environ 1000 MW. Comparaison de divers types de barrages envisageables et

d'ouvrages annexes (prise d'eau, vidange de fond, évacuateur de crues). Conception et dimensionnement du système d'adduction d'eau (galerie et puits en charge) et de la centrale hydroélectrique. Avant-projet sommaire.

**Projet de mini-centrale hydroélectrique à Grandvillard, Suisse**

Etudiant : A. Sevestre, 7<sup>ème</sup> semestre

**Projet de systèmes civils / Civil system project**

---

**Réaménagement d'un cours d'eau. Utilisation des techniques végétales. Mèbre-Sorge-Chamberonne**

Etudiant(s) : F. Baumann, M. von Petersdorff – 8<sup>ème</sup> semestre

Le tronçon de la Chamberonne d'une centaine de mètres, situé à l'aval la jonction de la Mèbre et de la Sorge a été fortement érodé lors des récentes crues qui se sont succédées en mars 2001. Un seuil de 1.6 m de hauteur environ a été emporté suivi d'une érosion régressive du lit. Les berges sont dans un état instable, l'érosion ayant même atteint par endroits le chemin piétonnier situé sur la rive droite. Cette partie de la Chamberonne a fait donc l'objet d'une étude particulière.

**Analyse et optimisation des systèmes hydroélectriques complexes : synergies entre les aménagements de Mauvoisin et de Grande-Dixence**

Etudiants : T. Meile, M. Preisig – 8<sup>ème</sup> semestre

Analyse du fonctionnement actuel des deux aménagements. Inventaire des possibilités d'amélioration et de synergie. Définition nouveaux scénarios d'exploitation en vue de l'augmentation de la productivité et de la puissance offerte dans le cadre de la libéralisation des marchés de l'électricité en Europe et en Suisse. Prise en compte des impacts sur l'environnement.

**Analyse et optimisation des systèmes hydroélectriques complexes : Aménagement du Val Maggia**

Etudiants : Ph. Chenevière, R. Geiger – 7<sup>ème</sup> semestre

**Etablissement d'un plan régional d'évacuation des eaux. Exemple de la Haute-Broye.**

Etudiantes : M. von Petersdorff, 7<sup>ème</sup> semestre M. Frenzo (Erasmus)

**Laboratoires**

---

**Experimental stability tests of concrete elements for surface protection of overflow earth fill dams**

Etudiant : M. Soldini – 6<sup>ème</sup> semestre

**Mesures in situ sur la Sorge**

Etudiants : B. Charbonnier, S. Utz, 7<sup>ème</sup> semestre

**Dissipation d'énergie sur les évacuateurs à marches**

Etudiants : Ph. Heller, L. Savoldelli, 7<sup>ème</sup> semestre

**Simulation numérique d'un ouvrage de prise d'eau**

Etudiant : J. Friedrich, 7<sup>ème</sup> semestre

**Arteplage de Morat**

Etudiants : M. Frenzo, F. Lovato, S. Maffidi, 7<sup>ème</sup> semestre

### **Simulation numérique d'un ouvrage de prise d'eau**

Etudiant : S. Plumey, 7<sup>ème</sup> semestre

### **Canal courbe**

Etudiants : C. Astori, D. Mendez, 5<sup>ème</sup> semestre

### **Écoulements à hautes vitesses sur macro-rugosités**

Etudiants : R. Siccardi, L. Savoldelli, 8<sup>ème</sup> semestre

### **Projet de semestre (Erasmus)**

---

Investigation of the influence of macro-roughness elements on the erosion process in a curved open channel

Etudiant : O. Günther (Université de Darmstadt, Allemagne)

### **STS (Science – Technique – Société)**

---

#### **L'homme et la nature : l'histoire de la Venoge**

Etudiants : M. Devaux, T. Meile, 7<sup>ème</sup> semestre

#### **Le projet de barrage des Trois-Gorges en Chine**

Etudiant : S. Heunert, 7<sup>ème</sup> semestre

#### **Impacts socio-économiques de la crue du Rhône d'octobre 2000 en Valais**

Etudiants : S. Naciri, 5<sup>ème</sup> semestre, M. Soldini, 7<sup>ème</sup> semestre

#### **Facteur de gain des aménagements de production d'électricité**

Etudiants : M. Preisig, L. Bieri, 7<sup>ème</sup> semestre

#### **Renaturation de la Venoge : les passes à poissons**

Etudiants : A. Pesch, S. Plumey, 7<sup>ème</sup> semestre

#### **Barrage d'Assouan**

Etudiants : P.-A. Mange, T. Wälchli, 7<sup>ème</sup> semestre

#### **Rénovation des aménagements hydroélectriques en Suisse**

Etudiants : L. Savoldelli, R. Siccardi, 8<sup>ème</sup> semestre

#### **Centrales hydrauliques du Canton du Tessin : importance, histoire et défis pour les années à venir**

Etudiant : S. Leidi, 6<sup>ème</sup> semestre

#### **La guerre de l'eau au Proche Orient**

Etudiant(s) : M. Radermacher, 6<sup>ème</sup> semestre, Ph. Heller, F. Wiederkehr, 8<sup>ème</sup> semestre

## **2.5 Travaux pratiques de diplôme - octobre 2000 à mars 2001 / *Diploma thesis works – October 2000 to March 2001***

#### **Renaturation de la Baye de Montreux dans la traversée de Montreux**

Etudiant : Cyrus BENHAM

Les travaux d'urbanisation entrepris à partir du dix-huitième siècle ont conduit à un endiguement progressif des cours d'eau. L'objectif principal du travail a consisté en la recherche de solutions pour retrouver l'espace vital au libre développement du

cours d'eau permettant simultanément le libre passage des crues et la satisfaction des conditions écologiques avec une attention particulière à la présence de l'exploitation hydroélectrique du Taulan. ainsi que la possibilité de dériver une partie du débit sur un tracé à créer, en recourrant aux techniques du génie biologique et en garantissant la migration piscicole.

### **A physically based network growth model**

Etudiant : Frédéric JORDAN

Creation of a numerical model for the simulation of rill generation on a sloping plane. The model takes into account the different hydrological parameters such as rain characteristics, infiltration, bi-dimensional runoff and erosion. It has been used for identification of the controlling phenomena in the formation of the drainage patterns.

Diploma thesis work carried out at Colorado State University, Colorado, USA under the supervision of Prof. Johannes Gessler.

### **Etude et caractérisation des précipitations et des crues dans le bassin de Rio Turia**

Etudiant : Martin KESTENHOLZ

La ville de Valencia (E) a subit en octobre 1957 une crue exceptionnelle qui a conduit à une catastrophe historique pour la population. Le bassin versant du Rio Turia a servi de base à ce projet de recherche. En raison de la présence à l'aval d'une ville de plus d'un million d'habitants, l'analyse du régime de ce cours d'eau avec les critères les plus modernes était indispensable.

Travail effectué à l'Université Polytechnique de Valencia, Espagne, suivi par Prof. E. Cifres.

### **Plan général d'évacuation des eaux de la commune de Gorgier (NE)**

Etudiant : Thierry DESAULES

Le concept de plan général d'évacuation des eaux (PGEE) s'intéresse aux cheminements naturels du cycle de l'eau à l'intérieur des limites communales. L'objectif de ce travail a été de proposer et appliquer une démarche scientifique pour l'établissement des rapports d'état, pour l'élaboration et la validation de concepts d'évacuation des eaux et de développer l'avant-projet de la solution retenue.

### **Aménagement à buts multiples de Dihn Bihn, Vietnam**

Etudiante : Jolanda JENZER

Le projet d'aménagement à buts multiples de Dihn Bihn a été identifié par le gouvernement vietnamien et par les autorités locales comme un projet de première priorité pour le développement durable et la gestion des ressources en eau de cette province. L'objectif de ce travail a été l'analyse conceptuelle ainsi que le pré-dimensionnement et l'optimisation sur la base d'une analyse économique en considérant également les impacts environnementaux.

Lauréate du prix IM (Bureau d'ingénieurs Maggia SA).

### **Aménagement d'irrigation et barrage de Zhou en Algérie**

Etudiant : Pascal CHOPARD

Les études ont été développées dans le but d'utiliser les ressources naturelles du bassin de l'Oued Zhou pour l'approvisionnement en eau potable en eau industrielle, pour l'irrigation de la région et éventuellement, pour la production

d'énergie électrique. Le travail est subdivisé en 3 phases: a) analyse de la situation, b) développement et analyse des variantes, c) pré-dimensionnement et optimisation.

## **2.6 Excursions d'étudiants / *Student excursions***

**Barrages de Rossens et Schiffenen ainsi que visite de la centrale hydro-électrique de Schiffenen (EEF), 20 étudiants du 7<sup>ème</sup> semestre en génie civil (2 février 2001)**

**Ouvrage de protection contre les crues à Kempten, Versuchsanstalt für Wasserbau in Oberrach et Technische Universität Munich, Allemagne, 14 étudiants du 1<sup>er</sup> cycle postgrade en aménagements hydrauliques (8 -11 février 2001)**

**Captage d'eau à l'Etivaz / Installations du service des eaux de la ville de Lausanne, 20 étudiants du 1<sup>er</sup> cycle postgrade en aménagements hydrauliques (1<sup>er</sup> mars 2001)**

**Chantier de BLS AlpTransit (AT) au Lötschberg, 18 étudiants du 1<sup>er</sup> cycle postgrade en aménagements hydrauliques (16 mars 2001)**

**Laufenburg - Dispatching-Center ETRANS / Dietikon - EGL Trading Center, 18 étudiants du 1<sup>er</sup> cycle postgrade en aménagements hydrauliques (18 mai 2001)**

**Aménagements et centrales hydroélectriques d'Oberhasli et de Thoune; barrage de Räterichsboden; centrale souterraine de pompage – turbinage Grimsel 2, 21 étudiants de 3<sup>ème</sup> année en génie civil (22 mai 2001)**



Figure 1: Barrage poids de Räterichsboden (97 m) / Gravity dam of Räterichsboden

**Aménagements de cours d'eau du canton de Zurich**, 25 étudiants du 1<sup>er</sup> cycle postgrade en aménagements hydrauliques (8 juin 2001)

**Centrale de Riddes et barrage de Mauvoisin, sites du projet Mauvoisin II**, 22 étudiants du 2<sup>ème</sup> cycle postgrade en aménagements hydrauliques (5 octobre 2001)

**Aménagements du cours d'eau de la Suze, Bienne**, 22 étudiants du 2<sup>ème</sup> cycle postgrade en aménagements hydrauliques (14 décembre 2001)



Figure 2: Barrage de Räterichsboden avec évacuateur de crues en demi-tulipe / *Gravity dam of Räterichsboden with morning glory spillway*

## 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](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](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](mailto:secretariat.lch@epfl.ch).

**Aménagements de cours d'eau.** 91 pages, décembre 2001  
disponible à la Librairie polytechnique, vente des cours: [http://www.livres.ch/  
bookshop@epfl.ch](http://www.livres.ch/bookshop@epfl.ch)

Boillat Jean-Louis

---

**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](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](mailto:secretariat.lch@epfl.ch)

**Réseaux hydrauliques**, 140 pages, octobre 1996  
disponible au LCH: <http://lchwww.epfl.ch/> [secretariat.lch@epfl.ch](mailto:secretariat.lch@epfl.ch)

Mouvet Laurent

---

**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](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](mailto:secretariat.lch@epfl.ch)

### 3. MANIFESTATIONS SCIENTIFIQUES / SCIENTIFIC EVENTS

#### 3.1 Atelier "Faitou" / "Faitou workshop"

EPFL, 19 avril 2001, 32 participants

Enseignants J. Dubois, J.-L. Boillat, M. Pirotton (Université de Liège)

Atelier de formation continue. Génération et transfert des crues extrêmes : le logiciel "Faitou".

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 Faitou, développé au Laboratoire de constructions hydrauliques. Faitou permet de simuler la formation et le transfert des crues pouvant se produire dans un bassin versant. Il effectue de manière couplée le calcul du ruissellement de surface en deux dimensions avec le calcul des écoulements unidimensionnels en rivières.

Ce programme a été développé dans le cadre du projet de recherche CRUEX. Cette recherche, financée par la section des grands barrages à l'Office fédéral des eaux et de la géologie, avait pour objectif de déterminer les crues extrêmes à l'entrée des retenues des barrages suisses. Développé spécialement dans ce contexte particulier, Faitou est un modèle déterministe

*EPFL, 19th April, 2001, 32 participants.*

*Lecturers : J. Dubois, J.-L. Boillat, M. Pirotton (Liège University)*

*Postgraduate workshop. Extreme flood generation and transfer : "Faitou" computer program.*

*Protection against floods is more than ever an important theme. In this domain, the methods and techniques developed by engineers have already proven their validity. However, their coherent application on the scale of a watershed lies on the mastering of complex hydraulic behaviour.*

*In the view of transferring knowledge, a training workshop was organised at EPFL for the introduction of a computational software called "Faitou", which was developed at the Laboratory of Hydraulic Constructions. "Faitou" allows to simulate the formation and the transfer of floods which could occur in a catchment area. It executes in a coupled manner the computation of 2D surface runoff with that of the 1D flow in rivers.*

*This program was developed in the frame of a research project called CRUEX. This research, financed by the large dams section of the Swiss Federal Office for Water and Geology, had the objective to determine extreme floods at the entrance of the reservoirs of the Swiss dams. Developed specifically in this context, "Faitou" is a deterministic, physically based model which calculates the transfer rainfall – runoff on the scale of the watershed.*



à base physique qui calcule le transfert pluie – débit à l'échelle du bassin versant.

L'enseignement, destiné aux professionnels de la branche, a permis de se familiariser avec ce nouveau programme. La matinée était consacrée aux aspects conceptuels et théoriques. L'après-midi, chaque participant disposait d'un ordinateur pour l'initiation pratique avec assistance technique

### **3.2 Atelier "Aération et cavitation" / "Aeration and cavitation" workshop**

EPFL, 9 mai 2001, 15 participants

Enseignants : Prof. Dr H.T. Falvey et Dr E. Bollaert

Un atelier de formation dans les domaines de l'aération et de la cavitation a été donné par le Prof. Dr H.T. Falvey, avec l'assistance d'Erik Bollaert. Prof. Dr H.T. Falvey a 27 ans d'expérience au "US Bureau of Reclamation", 2 ans à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne et 14 ans dans le secteur privé en tant que Président de Henry T. Falvey & Associates, Inc. Il est également affilié de faculté à l'Université d'Etat du Colorado, Fort Collins, CO, US.

Sa spécialité est la mécanique des fluides appliquée aux structures hydrauliques. Il a été impliqué dans des études de laboratoire et in situ de problèmes hydrauliques complexes. Il a enseigné aux Etats-Unis et dans 14 pays. Il est l'auteur des monographs du US Bureau of Reclamation Engineering "Air-Water Flow in Hydraulic Structures" (N°41, 1980) et "Cavitation in Chutes and Spillways" (N°42, 1990).

L'atelier s'est concentré sur la cavitation des coursiers et des évacuateurs de crue. Plus en détail,

*The lecturing, intended for professionals of the sector, allowed the participants to become more familiar with this new programme. The morning was dedicated to conceptual and theoretical aspects. In the afternoon, each participant had a computer at disposal for practical initiation with technical assistance.*

*EPFL, 9th May 2001, 15 participants*

*Lecturers : Prof. Dr H.T. Falvey and Dr E. Bollaert*

*A workshop on aeration and cavitation has been given by Prof. Dr H.T. Falvey, with the assistance of Erik Bollaert. Prof. Dr. -Ing H. T. Falvey has 27 years experience with the US Bureau of Reclamation, 2 years at the Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, and 14 years experience in his private practice as president of Henry T. Falvey & Associates, Inc. He is also a faculty affiliate at the Colorado State University in Fort Collins, CO.*

*His specialty is fluid mechanics as applied to hydraulic structures. He has conducted laboratory and field studies of complex hydraulic problems and taught in the US and 14 countries. He is the author of the US Bureau of Reclamation Engineering Monographs "Air-Water Flow in Hydraulic Structures" (N°41, 1980) and "Cavitation in Chutes and Spillways" (N°42, 1990).*

*The course has emphasized cavitation of chutes and spillways. More in detail, the use of invert shape and aeration to mitigate the damaging effects of cavitation has been discussed. The theoretic-*

l'effet de la forme du radier et de l'aération sur l'endommagement par cavitation a été discutée. Les discussions ont porté sur la théorie et des applications pratiques, tandis que la session pratique traitait de l'apprentissage et de l'utilisation de logiciels permettant de calculer les indices de cavitation dans des coursiers d'évacuation de crues, de concevoir des ouvrages présentant un risque minimum d'endommagement par cavitation et de dimensionner et placer des aérateurs.

Les participants ont soumis et analysé un cas particulier durant la session pratique.

*cal discussions included both theory and practical applications and were followed by a practical session, which consisted of instruction in computer programs to solve for the cavitation indices on spillways and chutes, design of a spillway with the minimum potential for cavitation damage, and aerator design and placement.*

*The participants submitted and analyzed a design example during the practical session.*

### **3.3 Conférences publiques au LCH / Public conferences at LCH**

#### **Principes de dimensionnement d'une canalisation**

Prof. Dr. Willi H. HAGER

Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, VAW, ETH Zürich, Suisse (01.03.2001).

#### **Optimal design of pipe networks**

Prof. Dr Johannes GESSLER

Colorado State University, College of Engineering, Fort Collins, CO, USA (15.03.2001).

#### **Troisième correction du Rhône: sécurité pour le futur**

Tony ARBORINO

Service des routes et des cours d'eau - DTEE, Canton du Valais, Sion, Suisse (19.04.2001).

#### **Dillon Dam Trashrack Damage**

Prof. Dr Henry T. FALVEY

Colorado State University and Henry T. Falvey & Associates Inc. Fort Collins, CO, USA (03.05.2001).

#### **Experimental evaluation of water level effects on the behaviour of Emosson arch dam**

Associate Prof. Jean PROULX

University of Sherbrooke, Department of Civil Engineering, Sherbrooke, Québec Canada (17.05.2001).

#### **Le génie biologique: construire avec le vivant**

Bernard LACHAT

BIOTEC Biologie appliquée SA, Vicques, Suisse (28.06.2001).

**Pamir 1 hydropower development in Tajikistan: Benefits and risks. A case study**

Dr Robert ZWAHLEN

Electrowatt-Ekono AG, Zurich, Suisse (04.10.2001).

**KWO Plus – Réhabilitation et extension par étapes d'un aménagement hydroélectrique de 75 ans. A step by step enhancement of a 75 years old powerplant system**

Max URSIN

KWO – Kraftwerke Oberhasli AG, Innertkirchen, Suisse (08.11.2001).

**The use of models for river hydraulics and eco-hydraulics at INRS-Eau: the importance of adapted terrain modeling tools**

Yves SECRETAN

Université de Québec, INRS-Eau, Québec, Canada, visiteur ERCOFTAC (9.11.2001).

**Importance mondiale de la matière première eau / Water in the 21<sup>st</sup> century. A challenge for microbes, engineers and environmental scientists**

Prof. Alexander ZEHNDER

Directeur EAWAG - Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux (Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology), Dübendorf, Suisse (22.11.2001).

**3.4 Conférences internes au LCH /  
Home conferences at LCH**

Andrea Lavelli "**Courants de turbidité et stratification du lac de Lugano**" (19.01.2001).

Stéphanie André "**Ecoulements aérés à hautes vitesses sur macro-rugosités**" (23.02.2001).

Jérôme Dubois "**Le projet Minerve. Modélisation Interdisciplinaire Numérique des Effets des Retenues Valaisannes à but Energétique.**" (23.03.2001).

Selim Sayah "**Comportement dynamique du Monolite de Morat**" (20.04.2001).

Sheila Demierre "**Digues submersibles et fusibles**" (18.05.2001)

Daniel Hersberger "**Canal courbe**" (15.06.2001).

Erik Bollaert "**Jets à haute vitesse**" (13.07.2001).

Sheila Demierre "**Projet DIFUSE – Influence d'un déversoir latéral sur le transport solide dans un canal prismatique**" (10.08.2001).

Christoph Oehy "**Mesures contre l'alluvionnement des retenues**" (14.09.2001).

Pedro Manso "**Design of linings by concrete elements for surface protection of overflow earth fill dams**" (27.09.2001).

Frédéric Jordan "**Gasherbrum 2**" (26.10.2001).

Andrea Lavelli "**Modélisation des courants de turbidité dans le bassin nord du lac de Lugano**" (30.11.2001).

Stéphanie André "**Écoulements aérés à hautes vitesses sur macro-rugosités**" (07.12.2001).

Selim Sayah "**Réservoir flottant contractile pour le confinement et la récupération des nappes d'hydrocarbures**" (14.12.2001).

### **3.5 Participation aux comités d'organisation / *Member of organising committees***

Fachtagung Hochwasserschutz: Rückhalt von Wasser, Geschiebe und Holz an Fließgewässern, Biel, 18. Januar 2001.

A. Schleiss, Präsident des Organisationskomitees.

Hydro 2001 – Opportunities and challenges, Riva del Garda, Italy, 27 – 29<sup>th</sup> September 2001.

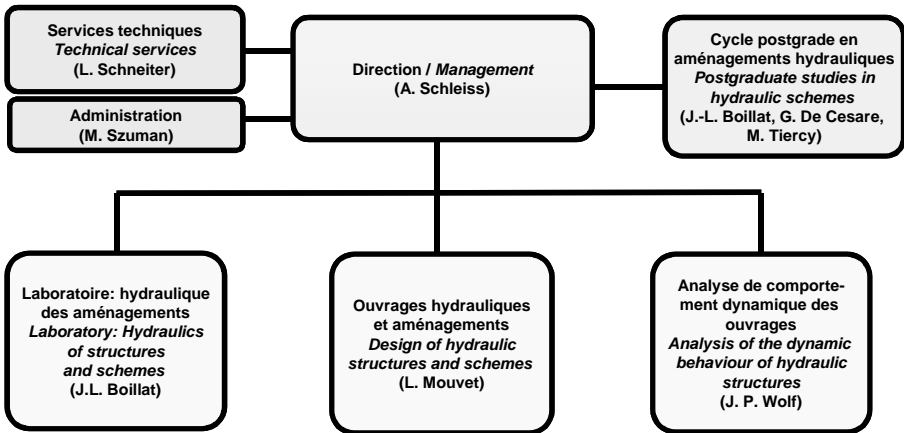
A. Schleiss, Member of Scientific Committee.

## 4. PERSONNEL / STAFF

### 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 2001 / Staff in 2001**

### **Directeur / Director**

Prof. Dr Anton J. Schleiss de / since 01.01.1997

### **Adjoins 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 09.03.1992

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

Pedro Filipe De Almeida Manso de / since 01.10.2000

Dr Jérôme Dubois 01.07.1993 – 31.03.2001

Dr François Huot 01.10.2000 – 30.06.2001

Andrea Lavelli de / since 16.11.1998

Selim Sayah de / since 01.10.2000

Frédéric Jordan de / since 01.04.2001

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

Stéphanie André de / since 01.09.1998

Erik Bollaert de / since 01.09.1996

Sheila Demierre de / since 01.07.2000

Daniel Hersberger de / since 01.04.1997

Christoph Oehy de / since 17.05.1999

### **Stagiaires / Trainees (étudiants postgrade / postgraduate students)**

Tilak Raj Bhattarai de / since 18.09.2001

Houda Elleuch 01.11.2000 – 31.03.2001

Soleyman Emami de / since 18.09.2001

### **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***

Dr - Ing. Georges William ANNANDALE, Engineering & Hydrosystems Inc.,  
Highlands Ranch, Colorado, USA  
Professeur invité dans le cadre du programme d'échange ERCOFTAC /  
*ERCOFTAC exchange program invited professor* 13.08.2001 – 27.08.2001

Dr - Ing. Henry T. FALVEY, Colorado State University, Fort Collins, USA  
Professeur invité dans le cadre du programme d'échange ERCOFTAC /  
*ERCOFTAC exchange program invited professor* 01.05.2001 – 15.05.2001

Dr Mehmet Ali KÖKPINAR, State Hydraulic Works, TAKK Department, Hydraulics  
Laboratory, Ankara, Turkey  
Boursier post-doctorant / *Postdoctoral fellowship* 01.09.2000 – 28.02.2001

Prof. Jorge MATOS, Instituto Superior Técnico, Decivil, Lisbonne, Portugal  
Professeur invité / *Invited professor* 15.07.2001 – 30.08.2001

Prof. Michel PIROTTON, Université de Liège, Faculté des sciences hydrauliques,  
Belgique  
Professeur invité / *Invited professor* 16.04.2001 – 31.05.2001

### **4.4 Événements spéciaux / *Special events***

#### **4.4.1 Festival Science et Cité - Journées portes ouvertes à l'EPFL, 6 et 8 mai 2001 / "Science et Cité" festival - open doors on the EPFL site, 6<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> may 2001**

Sous le titre "les éléments se livrent à vous", le LCH a participé à l'organisation des deux journées portes ouvertes dans les halles d'hydraulique, d'aéraulique, de structures métalliques, en béton et en bois, toutes situées dans le bâtiment de génie civil.

Les visiteurs, arrivés en très grand nombre (plusieurs milliers sur le site de l'EPFL), ont pu découvrir les jeux d'eau, les secrets du vent et autres phénomènes liés à la météo, l'évolution des techniques dans le domaine de l'environnement, l'élégance et la solidité des structures du génie civil et l'harmonie du bois dans la construction. Les collaborateurs du LCH ont fait visiter les modèles en activité dans la

*Under the label "the elements devoted to you", the LCH participated in the organisation of the two days open doors at the hydraulic and aeraulic laboratories, as well as the steel, concrete and timber test facilities, all located in the civil engineering building.*

*The visitors, having arrived in very great number (several thousands on the grounds of the EPFL), could discover the water plays, the mysteries of the wind and other phenomena related to meteorology, the evolution of the technology for the environment, the elegance and the solidity of the civil engineering structures and the harmony of wood constructions.*

*The staff members of the LCH organ-*

halle d'hydraulique concernant en particulier l'érosion dans les courbes des rivières, la prise d'eau en torrents, les jets à hautes vitesses, la dissipation d'énergie sur les fortes pentes, la purge du barrage de Gebidem, l'effet de la houle sur le monolithe de Morat de l'Expo.02, la modélisation de digues fusibles et des courants de turbidité.

*ised the visit of the models under operation in the hydraulic laboratory concerning in particular the erosion in river bends, the water intake in torrents, high velocity jets, energy dissipation on steep slopes, the flushing of the Gebidem dam, the effect of waves on the Morat monolith for the Expo.02, the modelling of fuse plugs river banks and turbidity currents.*



Figure 1: Gauche / *left* : Explications données aux visiteurs devant le chenal de chasse du barrage de Gebidem / *Explanations given to the visitors in front of the flushing channel of the Gebidem dam*  
Droite / *right* : Vue générale de la halle d'hydraulique lors de la journée / *Overview of the hydraulics laboratory during the event*



Figure 2: Les collaborateurs du LCH qui ont participé aux journées portes ouvertes / *The LCH staff who participated in the open doors event*



#### 4.4.2 Visite du vice-ministre chinois des ressources en eau / *Visite of Chinese Vice-minister of Water Resources*

Le vice-ministre chinois des ressources en eau Chen Lei a profité d'un voyage de cinq jours en Suisse pour passer la matinée du jeudi 13 décembre 2001 à l'EPFL. Accompagné d'une délégation de neuf personnes, il a été accueilli par le vice-président pour la Recherche de l'Ecole, Professeur Stefan Catsicas. Durant un tour de table auquel assistaient notamment les professeurs Joseph Tarradellas, délégué à la coopération, François Avellan, représentant du Pôle Chine auprès du Conseil aux Relations internationales ainsi que les professeurs André Musy et Anton Schleiss, Chen Lei a dit espérer que sa visite permettra de promouvoir la coopération avec son pays, coopération, a-t-il souligné, déjà bien engagée grâce au professeur André Musy. Le vice-ministre chinois a ensuite visité le laboratoire d'hydraulique et le laboratoire d'hydrologie.

*The Chinese Vice-minister of Water Resources, Chen Lei, took the opportunity of a five day visit to Switzerland to spend the morning of Thursday 13<sup>th</sup> December 2001 at the EPFL. Accompanied by a delegation of nine people, he was met on the premises by Vice President of Research Stefan Catsicas. During a round table, at which Professors Joseph Tarradellas, François Avellan, André Musy and Anton Schleiss took part, Chen Lei said he hoped this visit would promote cooperation with his country, cooperation, which, as he underlined, is already well under way thanks to Professor André Musy. The Vice-minister then visited the hydraulics' laboratory followed by a visit to the hydrology laboratory.*

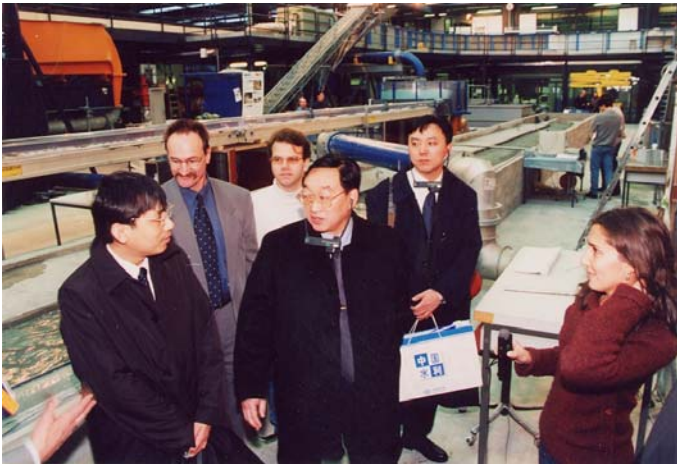


Figure 1: Chen Lei, (au centre), Prof. A. Schleiss (derrière à gauche) D. Hersberger (à sa gauche) et S. André (tout à droite) / *Chen Lei, (centre), Prof. A. Schleiss (behind on the left) D. Hersberger (on his left) and S. André (bottom right)*



Figure 2: Vice-ministre Chen Lei et délégation devant un modèle physique / *Vice-minister Chen Lei and delegation in front of a physical model*

#### 4.4.3 Passeport vacances / "Holiday passport"<sup>1</sup>

Comme chaque année en été, le Laboratoire a accueilli des adolescents inscrits au passeport vacances. Les 4, 10 et 17 juillet et 14 août 2001 des groupes de 15 élèves ont visité les installations et suivi des démonstrations où les jeunes visiteurs ont pris une part active.

*As is the habit in summer, the Laboratory received the visit of teenagers who took part in the "holiday passport". Groups of 15 scholars visited the installations and actively followed demonstrations on 4<sup>th</sup>, 10<sup>th</sup> and 17<sup>th</sup> July and 14<sup>th</sup> August, 2001.*

---

<sup>1</sup> *Activities organised for youngsters during their summer holidays in all sorts of domains*

## **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) de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux – SWV (Président)  
*Committee of Flood Protection (President).*

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

*International Hydropower Association (IHA), (member of the permanent committee on Research & Education.)*

*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 and delegate of the working group "Flushing and removal of sediments of reservoirs").*

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

Commission de la recherche du Département de génie civil (membre du bureau)  
*Research 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).*

Fédération Romande pour l'Energie – FRE (membre du conseil scientifique)

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 (Membre d'honneur) / *Swiss Committee on Dams (Honorary member).*

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

Commission internationale des grands barrages – CIGB (Vice Président) / *International Commission on Large Dams – ICOLD (Vice-President).*

Société suisse des ingénieurs et architectes – SIA (membre)

Société suisse des ingénieurs nucléaires – SOSIN (membre)

Fédération Romande pour l'Energie – FRE (Président de la commission scientifique)

Wolf John P.

---

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 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)*.

Membre du comité scientifique pour l'organisation de Interpraevent 2004.

## 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)*.

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)*.

## De Cesare Giovanni

---

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

*International Hydropower Association (IHA) member of the permanent committee on Research & Education.*

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

### **6.1 Invités / Invited**

Schleiss Anton

---

*Design of surge tanks* (Dimensionnement des chambres d'équilibres), Mahab Ghodds, Teheran, Iran, February 12, 2001.

Aperçu des activités de l'EPFL-LCH dans le domaine des barrages (*Overview of the activities of EPFL-LCH in the field of dams*).

Assemblée générale du comité suisse des barrages, Berne, Suisse, 21 mars 2001.

Potentiel hydroélectrique de l'arc alpin (*Hydropower potential of the Alps*)

Forum International "La libéralisation du marché de l'énergie et le développement régional durable", organisé par la Fondation pour l'économie et le développement durable des régions d'Europe (FEDRE), Genève, Suisse, 18 et 19 juin 2001.

Détermination de la crue extrême pour les retenues alpines par approche PMP-PMF (*Determination of extreme floods for alpine reservoirs by approach PMP-PMF*)  
Journées d'étude du comité suisse des barrages, Viège, Suisse, 21 et 22 juin 2001 (avec / with J.-L. Boillat)

Verlandung von Stauseen und Nachhaltigkeit (*Reservoir sedimentation and sustainable development*).

Internationales Symposium "Wasserkraft die erneuerbare Energie", Chur, Schweiz, 18. und 19. Oktober 2001.

Boillat Jean-Louis

---

Modélisation interdisciplinaire numérique de l'effet des retenues valaisannes à but énergétique.

Cellule de crise en cas de catastrophes (CECA), Sion, Suisse, 30 janvier 2001.

Sollicitations hydrauliques de la structure flottante du Monolithe de Morat. Modélisation physique et numérique.

Journée d'étude de la Société Suisse de Mécanique des Sols et des Roches, Bienne, Suisse, 18 mai 2001.

Détermination de la crue extrême pour les retenues alpines par approche PMP-PMF (*Determination of extreme floods for alpine reservoirs by approach PMP-PMF*)  
Journées d'étude du comité suisse des barrages, Viège, Suisse, 21 et 22 juin 2001 (avec / with A. Schleiss)

Mouvet Laurent

---

La Sécurité des barrages : la gestion du risque (*Dam Safety : Risk Management*), Formation postgrade en environnement et sécurité, Centre universitaire d'écologie humaine et des sciences de l'environnement, Université de Genève, 12 octobre 2001.

Wolf John P.

---

*Far-field displacements of soil in scaled boundary finite-element method, co-author F. Moussaoui,*

10<sup>th</sup> International Conference of the International Association for Computer Methods and Advances in Geomechanics, Tucson, AZ, USA, January 7 – 10 2001.

*Some cornerstones of dynamic soil-structure interaction, co-author Ch. Song,*

10<sup>th</sup> International Conference on Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Philadelphia, PA, USA, October 7 – 10 2001.

*Error estimation for the scaled boundary finite-element method, Adaptivity for the scaled boundary finite-element method, Semi-analytical evaluation of dynamic stress-intensity factors and On modelling unbounded saturated poroelastic soil with the scaled boundary finite-element method*

First Asian-Pacific Congress on Computational Mechanics, Sydney, N.S.W., Australia, November 20 – 23 2001.

Bollaert Erik

---

*Rock scour due to falling high-velocity jets: a physically-based approach*

US Bureau of Reclamation, Denver, CO, USA, 4 December, 2001.

## **6.2 Autres conférences / Other conferences**

De Cesare Giovanni

---

*Postgraduate studies in hydraulic schemes - forming chief project engineers for the 21<sup>st</sup> century.*

HYDRO 2001 Conference "Opportunities and Challenges", Session 7: Education and Training, 27-29 September 2001, Riva del Garda / Italy

Oehy Christoph

---

*Numerical Modeling of a Turbidity Current Passing over an Obstacle – Practical Application in Lake Grimsel, Switzerland*

International Symposium on Environmental Hydraulics, Tempe AZ, USA, 5<sup>th</sup> – 8<sup>th</sup> December 2001.

*Comparative Study Between Two Buoyancy-Extended and the Standard  $k-\epsilon$  Model for Simulating Turbidity Currents*  
International Symposium on Environmental Hydraulics, Tempe AZ, USA, 5<sup>th</sup> – 8<sup>th</sup> December 2001.

Hersberger Daniel

---

*Grain sorting process and scour in a curved channel with coarse gravel bed.*  
XXIX IAHR Congress, Beijing, China, 16-21 September 2001.

*Physically based and spatially distributed forecasting of extreme floods.*  
XXIX IAHR Congress, Beijing, China, 16-21 September 2001.

Bollaert Erik

---

*Spectral density modulation of plunge pool bottom pressures inside rock fissures*  
XXIX IAHR Congress, Student Paper Competition, Beijing, China, 16-21 September 2001.

*Air bubble effects on transient water pressures in rock fissures due to high velocity jet impact*  
XXIX IAHR Congress, Beijing, China, 16-21 September 2001.

*A new approach for better assessment of rock scouring due to high velocity jets at dam spillways*  
5<sup>th</sup> ICOLD European Symposium "Dams in a European Context", Geiranger, Norvège 25<sup>th</sup> – 27<sup>th</sup> June 2001

*Multiphase transient flow and pressures in rock joints due to high velocity jet impact: an experimental and numerical approach*  
3<sup>rd</sup> International Symposium on Environmental Hydraulics, Arizona State University, Tempe, AZ, USA.



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

Fachtagung Hochwasserschutz: Rückhalt von Wasser, Geschiebe und Holz an Fliessgewässern, Biel, 18. Januar 2001

*A. Schleiss, E. Bollaert, J.-L. Boillat*

Conference on Water Ressource Development - Irrigation & Hydropower  
New-Delhi, India, 1 –2 February 2001

*R. Lafitte*

World Water Forum, Conseil Mondial de l'Eau

Board of Governors, Conseil des Gouverneurs, 21 mars 2001

*R. Lafitte*

Journée d'étude de la Société Suisse de Mécanique des Sols et des Roches,  
Bienne, Suisse, 18 mai 2001

*J-L Boillat, S. André, S. Sayah*

Conference on Renewable Energy: The future of renewable energy and the role of  
hydropower

Launceston, Australia, 7<sup>th</sup> – 8<sup>th</sup> June 2001

*R. Lafitte*

Forum International "La libéralisation du marché de l'énergie et le développement  
régional durable, Fondation pour l'économie et le développement durable des  
régions de l'Europe (FEDRE), Genève, Suisse, 18 et 19 juin 2001

*A. Schleiss, L. Mouvet*

Journées d'études du comité suisse des barrages, Ouvrages d'accumulation et  
protection contre les crues, Viège, Suisse, 21 et 22 juin 2001

*A. Schleiss, J.-L. Boillat, L. Mouvet*

ICOLD European Symposium "Dams in a European Context", Geiranger, Norway,  
25<sup>th</sup> – 27<sup>th</sup> June 2001

*L. Mouvet, E. Bollaert, R. Lafitte*

ICOLD 69<sup>th</sup> Annual Meeting and International Workshop on "Modern Techniques for  
Dams – Financing, Construction, Operation and Risk Assessment", Dresden,  
Germany, 10<sup>th</sup> to 16<sup>th</sup> September 2001

*L. Mouvet, R. Lafitte*

HYDRO 2001 Conference "Opportunities and Challenges", Session 7: Education  
and Training, 27-29 September 2001, Riva del Garda / Italy

*G. De Cesare, R. Lafitte*

XXIX IAHR Congress, Beijing, China, 16-21 September 2001

*D. Hersberger, E. Bollaert*

Internationales Symposium "Wasserkraft – die erneuerbare Energie", Chur, Schweiz, 18. und 19. Oktober, 2001

*A. Schleiss, Ch. Oehy*

Conférence mondiale de l'Energie  
Buenos Aires, Argentine, 21 – 25 octobre 2001

*R. Lafitte*

Universität der Bundeswehr München. Institut für Wasserwesen. ATV –DVWK-  
Arbeitsgruppe "Entlandung von Stauräumen", 3. Dezember, 2001

*A. Schleiss*

International Symposium on Environmental Hydraulics, Tempe AZ, USA, 5<sup>th</sup> – 8<sup>th</sup>  
December 2001

*E. Bollaert, Ch. Oehy*

Oil Spill Response Limited (OSRL), Southampton, UK, 13 mars 2001.

*J.-L. Boillat*

Cours CFX organisé par AEA Technology, Harwell, Oxford, 16 – 22 novembre  
2001

*S. Demierre*

## **8. PARTICIPATION AU JURY DE THÈSES DE DOCTORAT / *PARTICIPATION IN DOCTORAL THESIS JURY***

Schleiss Anton

---

Corotational formulation for a geometrically nonlinear shell element.

Doctorant: César Falla Luque

Shear strength of rock joints based on quantified surface description (Président du jury)

Doctorant: Giovanni Grasselli

Dynamics of winter cooling in Lake Geneva

Doctorant: Ilker Fer

Comportement mécanique des milieux granulaires sous sollicitations cycliques: application aux fondations de chaussées

Doctorant: Frédéric Mayoraz

## 9. PUBLICATIONS

### 9.1 Journaux scientifiques / *Scientific journals*

#### 9.1.1 Référé / *Refereed*

**De Cesare, G., Schleiss, A., Hermann, F.** "Impact of turbidity currents on reservoir sedimentation", *Journal of Hydraulic Engineering*, Vol. 127, no 1, pp. 6-16, 2001.

**Wolf, J.P., Song, Ch.** "The scaled boundary finite-element method – a fundamental solution-less boundary-element method", *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol. 190, pp. 5551-5568, 2001.

#### 9.1.2 Autres / *Others*

**Boillat, J.-L., Guilloud, Y.** "Dérivation et turbinage des eaux de la Louve à Lausanne", *Visions / Revue scientifique de l'EIVD – HES-SO*, Yverdon, pp. 23-28, 2001.

Raboud, P.-B., **Dubois, J., Boillat, J.-L., Costa, S., Pitteloud, P.-Y.** "Projet Minerve – Modélisation de la contribution des bassins d'accumulation lors des crues en Valais", *Wasser, Energie, Luft*, 93. Jahrgang, Heft 11/12, pp. 313-317, 2001.

**Boillat, J.-L.** "Editorial: Développement des modèles numériques", *Ingenieurbiologie / Génie Biologique*, 4/01, p. 2, 2001.

### 9.2 Comptes rendus des congrès / *Proceedings of congresses*

#### 9.2.1 Référé / *Refereed*

**Bollaert, E., Schleiss, A.** "Air bubble effects on transient water pressures in rock fissures due to high velocity jet impact", *Proceedings of the XXIX IAHR Congress*, Theme D, Beijing 16-21 September, pp. 538-543, 2001.

**Bollaert, E.** "Spectral density modulation of plunge pool bottom pressures inside rock fissures", *Proceedings of the XXIX IAHR Congress*, Student Paper Competition, Beijing 16-21 September, pp. 66-71, 2001.

**Bollaert, E., Schleiss, A.** "A new approach for better assessment of rock scouring due to high velocity jets at dam spillways", *Proceedings of the ICOLD European Symposium "Dams in a European Context"*, 25-27 June 2001, Geiranger, Norway, pp. 81-29, 2001.

**Dubois, J., Boillat J.-L., Schleiss, A.** "Physically based and spatially distributed forecasting of extreme floods", *Proceedings of the XXIX IAHR Congress*, Theme C, Beijing 16-21 September, pp. 53-58, 2001.

**Schleiss, A., Hersberger, D.** "Grain sorting process and scour in a curved channel with coarse gravel bed", Proceedings of the XXIX IAHR Congress, Theme D, Vol. 2, Beijing 16-21 September, pp. 140-145, 2001.

**Bollaert, E., Piroton, M., Schleiss, A.** "Multiphase transient flow and pressures in rock joints due to high velocity jet impact: an experimental and numerical approach", Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Symposium on Environmental Hydraulics, Tempe, AZ, USA, 5-8 December 2001, 6 pages, CD-ROM.

**André, S., Boillat, J.-L., Schleiss, A.** "High velocity two-phase turbulent flow over macro-roughness stepped chutes: focus on dynamic pressures", Proceedings of the 2001 International Symposium on Environmental Hydraulics, Tempe, 5-8 December 2001, 6 pages, CD-ROM.

**Oehy Ch., Schleiss, A.** "Numerical modelling of a turbidity current passing over an obstacle – practical application in the Lake Grimsel, Switzerland", Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Symposium on Environmental Hydraulics, Tempe, AZ, USA, 5-8 December 2001, 6 pages, CD-ROM.

**Oehy Ch., Schleiss, A.** "Comparative study between two buoyancy-extended and the standard k- $\epsilon$  model for simulating turbidity currents", Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Symposium on Environmental Hydraulics, Tempe, AZ, USA, 5-8 December 2001, 6 pages, CD-ROM.

Deeks A.J.; **Wolf J.P.** "Error estimation for the scaled boundary finite-element method", Proceeding of the First Asian-Pacific Congress on Computational Mechanics, New Frontiers for the New Millennium, Sydney, N.S.W., Australia, 20-23 November 2001, pp. 997-1002, 2001.

Deeks A.J.; **Wolf J.P.** "Adaptivity for the scaled boundary finite-element method", Proceeding of the First Asian-Pacific Congress on Computational Mechanics, New Frontiers for the New Millennium, Sydney, N.S.W., Australia, 20-23 November 2001, pp. 1003-1008, 2001.

Song C.; **Wolf J.P.** "Semi-analytical evaluation of dynamic stress-intensity factors", Proceeding of the First Asian-Pacific Congress on Computational Mechanics, New Frontiers for the New Millennium, Sydney, N.S.W., Australia, 20-23 November 2001, pp. 1041-1046, 2001.

**Wolf J.P.; Huot F.** "On modelling unbounded saturated poroelastic soil with the scaled boundary finite-element method", Invited paper. Proceeding of the First Asian-Pacific Congress on Computational Mechanics, New Frontiers for the New Millennium, Sydney, N.S.W., Australia, 20-23 November 2001, pp. 1047-1056, 2001.

### **9.2.2 Autres / Others**

**De Cesare, G., Stainer, N., Schleiss, A., Boillat J.-L.** "Postgraduate studies in hydraulic schemes - forming chief project engineers for the 21st century", Proceedings of HYDRO 2001 "Opportunities and Challenges", Session 7: Education and Training, Riva del Garda, 27-29 September, pp. 469-478, 2001.

**Schleiss, A., Oehy, Ch.** "Verlandung von Stauseen und Nachhaltigkeit", Beiträge des internationalen Symposiums "Wasserkraft – die erneuerbare Energie" vom 18.

und 19. Oktober in Chur, Verbandschrift 65 des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, pp. 133-150, 2001.

Tanriverdi, E., Balissat, M., **Boillat, J.-L.** "Modified design of the power intake at the 660 MW Deriner Dam Project", Proceedings of the Conference Hydropower'01, Bergen, Norway, 20-22 June 2001, published in The new Millennium, Balkema ISBN-905809 1953, 2001.

**Dubois, J.**, Beyer Portner N. "Aktuelle Möglichkeiten des auf physikalischen Grundlagen basierten räumlich verteilten Modells FAITOU", 31. Internationales Wasserbausymposium Aachen 2001: Wasser-Katastrophe-Mensch, Aachen, Deutschland, Band 124, pp. 79-93, 5.-6. Januar 2001.

**Boillat, J.-L., Sayah, S., André, S.** "Sollicitations hydrauliques de la structure flottante du Monolithe de Morat. Modélisation physique et numérique", Journée d'étude du 18 mai 2001, Bienne, Suisse", Société suisse de mécanique de sols et des roches, 2001.

**Mouvet, L., Müller, R.W., Pougatsch, A.** "Structural safety of dams, according to the new Swiss legislation", Proceedings of the ICOLD European Symposium "Dams in a European Context", 25-27 June 2001, Geiranger, Norway, pp. 271-276, 2001.

### **9.3 Rapports non publiés / *Unpublished reports***

- N° 1 CRUEX - Rapport de synthèse  
OFEG, Office fédéral des eaux et de la géologie  
J.-L. Boillat, janvier 2001
- N° 2 Expo.02 - Arteplage de Morat- Etude sur modèles du comportement dynamique du Monolithe - Essais en bassin à houle  
Emch+Berger – Expo. 02  
A. Schleiss, J.-L. Boillat, S. Sayah, S. André, mars 2001
- N° 2 bis Expo.02 - Arteplage de Morat- Etude sur modèles du comportement dynamique du Monolithe - Modélisation numérique, rapport final  
Emch+Berger – Expo. 02  
A. Schleiss, J.-L. Boillat, S. Sayah, S. André, mars 2001
- N° 3 Descente d'eau pluviale du vélodrome UCI à Aigle. Vérification hydraulique  
Dauner Ingénieurs-Conseils  
A. Schleiss, J.-L. Boillat, Ch. Oehy, janvier 2001
- N° 4 Correction fluviale Mèbre-Sorge. Rapport d'expert.  
OFEG - Office fédéral des eaux et de la géologie  
A. Schleiss, mars 2001
- N° 5 Verlandung im Grimsensee. Untersuchung von Massnahmen zur Verminderung des Sedimenttransports infolge Trübestrome innerhalb des Stausees  
Kraftwerke Oberhasli AG  
A. Schleiss, Ch. Oehy, mai 2001

- N° 5 bis La Veveysse, des Toveires au Léman. Analyse de la sécurité et des risques résiduels - modélisation des écoulements et du transport solide  
Etat de Vaud, Département de la Sécurité et de l'environnement  
A. Schleiss, J.-L. Boillat, S. Demierre, août 2001
- N° 6 Entlastungsbauwerk an der Worble. Modellversuche. Messresultate  
Ingenieur-Unternehmung AG (IUB) – Gemeinde Ittigen  
A. Schleiss, J.-L. Boillat, H. Elleuch, juillet 2001
- N° 6bis Aménagement du lit de la Dranse en ville de Martigny - Essais sur modèle physique  
Bonnard et Gardel – Commune de Martigny  
A. Schleiss, L. Mouvet, F. Jordan, juin 2001
- N° 7 Hochwasser - Entlastungsbauwerk an der Worble, Schlussbericht  
Ingenieur-Unternehmung AG (IUB) – Gemeinde Ittigen  
A. Schleiss, J.-L. Boillat, H. Elleuch, août 2001
- N° 8 Projet d'aménagement de la Veveysse: étude hydraulique avec charriage  
SESA – Service des eaux, sols et assainissement  
A. Schleiss, J.-L. Boillat, S. Demierre, août 2001
- N° 9 Contractable floating softwall reservoir for the confinement and recuperation of oil slick  
Dupont-Elec-Eng.-LCH-WWF-BP-Exxon-Shell-Total Fina  
A. Schleiss, J.-L. Boillat, S. Sayah, septembre 2001
- N° 10 Modélisation des courants de turbidité dans le bassin nord du lac de Lugano  
Laboratorio Studi Ambientali LSA – Paradiso  
J.-L. Boillat, G. De Cesare, A. Lavelli, septembre 2001
- N° 11 Karahnjukar Hydroelectric Project. Part I: Review of the Design Criteria and of the Lining of the Pressure Tunnels and Pressure Shafts; Part II: Review of the Transient Calculations of the Karahnjukar Stage 1 and Stage 2 Waterway System  
Elektrowatt Ekono AG - Landsvirkjun, Iceland  
A. Schleiss, E. Bollaert, septembre 2001
- N° 12 Aménagement hydroélectrique de Cleuson-Dixence. Expertise hydraulique du puits blindé concernant les pressions dynamiques dues aux coups de bélier  
CETP Ingénieurs-Conseils SA, Lausanne  
A. Schleiss, J.-L. Boillat, Ch. Oehy, novembre 2001
- N° 13 Cleuson-Dixence - Expertise sur les critères de dimensionnement et le respect du cahier des charges  
CETP Ingénieurs-Conseils SA, Lausanne  
A. Schleiss, novembre 2001
- N° 14 Rapport intermédiaire  
Difuse  
J.-L. Boillat, S. Demierre (et partenaires), novembre 2001

- N° 15 Modélisation des courants de turbidité dans le bassin nord du lac de Lugano - solutions techniques  
Laboratorio Studi Ambientali LSA – Paradiso  
A. Schleiss, J.-L. Boillat, G. De Cesare, A. Lavelli, décembre 2001
- N° 16 Modélisation des courants de turbidité dans le bassin nord du lac de Lugano - rapport de synthèse  
Laboratorio Studi Ambientali LSA – Paradiso  
A. Schleiss, J.-L. Boillat, G. De Cesare, A. Lavelli, décembre 2001



Edition finale Martine Tiercy

© LCH 2002