



# **Rapport d'activité** ***Activity Report*** **2004**



## PREFACE / FOREWORD

Par ses activités, le laboratoire de constructions hydrauliques (LCH) vise à maintenir un équilibre entre les missions d'enseignement, de recherche et de services. Même si le maintien d'un équilibre entre ces 3 missions nécessite un très grand effort de la part de tous ses collaborateurs, le LCH a une nouvelle fois parfaitement relevé ce défi en 2004.

**Recherche:** les fruits de 10 thèses en cours ont été 5 publiés dans des journaux référés et 25 contributions aux conférences avec comité de lecture avec soumission de l'article complet avant la publication des comptes-rendus. Quatre rapports scientifiques ont été publiés dans les communications LCH (enregistrés ISBN) dont une correspond à une thèse.

**Enseignement:** Les collaborateurs du LCH ont donné au total 680 heures de cours dans les études de Bachelor, Master et Master avancé. Les étudiants ont réalisés 60 projets au LCH dont 7 projets de Master. Tous ces projets ont sollicité les collaborateurs du LCH pendant environ 500 heures, sans compter les heures d'assistance pour les exercices et projets où le LCH poursuit une stratégie de portes ouvertes. En 2004 également, 25 thèses de Master avancé ont été terminées, dont 9 pour lesquelles le LCH a assuré le suivi.

**Services:** 19 rapports d'expertise ont été rédigés sous les contraintes de délai et budget, à la satisfaction entière et générale des clients, comme c'est le cas pour une entreprise privée. Les bénéfices ont été entièrement injectés au complément des salaires de doctorants, ainsi que pour le financement des projets de recherche internes et des projets d'étudiants. En plus, 26 % des montants acquis par mandats ont été versés à l'école, pour un total dépassant normalement le budget de fonctionnement annuel accordé au LCH. Avec 8 publications dans des journaux professionnels, le LCH répond aux exigences du transfert des connaissances.

*With its activities, the laboratory of hydraulic construction (LCH) tries to maintain a permanent equilibrium between its missions of teaching, research and services with the aim of taking advantage of all the synergies possible. Even if maintaining the equilibrium between these missions needs a considerable effort from all the collaborators, the LCH has again perfectly assumed the challenge in 2004.*

*Research: the 10 PhD theses under way have resulted in 5 publications in reviewed journals and in 25 conference articles reviewed on the full article submitted in advance. Four scientific reports have been published in the LCH communications (ISBN registered), one of them being a thesis report.*

*Teaching: In 2004, the collaborators of the LCH have given a total of 680 hours of teaching in the Bachelor, Master and Advanced Master studies. 60 students have chosen their projects at LCH, 7 of which were master projects. The supervision of these projects have kept the staff of the LCH occupied more than 500 hours, without counting the hours spent for answering students' questions for exercises and projects, where the LCH has an "open door" strategy. In 2004 25 theses of advanced studies have also been completed, of which 9 were under LCH supervision.*

*Services: 19 expertise reports have been written under the constraints of delay and budget to be respected, to the full satisfaction of clients as is required in private companies. The benefits of these activities have been fully reinvested to contribute to the salaries of the PhD students and the financing of internal research and students' projects. Furthermore 26 % of the contract sums have been transferred to EPFL. The corresponding amount is normally higher than that which the LCH obtains every year as budget. With 8 publications in professional journals, the LCH also aims in the transfer of knowledge towards the construction practices.*

Des chiffres sont attribués par la direction de l'école et de la faculté comme indicateurs pour juger la performance des unités. Malheureusement les trois activités ne sont pas valorisées pour l'instant avec le même poids. Néanmoins, les collaborateurs du LCH ne travaillent pas pour la gloire de ces chiffres. Leur motivation est de mener une recherche de haut niveau pour répondre avant tout au défi des infrastructures de l'eau partout dans le monde. Par l'excellence de l'enseignement le LCH vise à mieux préparer les futurs ingénieurs à ce défi mondial. Finalement par les expertises et services le LCH garantit le transfert des connaissances dans des réalisations de constructions hydrauliques plus économiques et plus efficaces.

Au nom de toutes les collaboratrices et de tous les collaborateurs du LCH, je tiens à remercier vivement tous nos partenaires et mandataires pour leur soutien tout au long de l'année 2004.

*All these statistics are used by the EPFL and the faculty as indicators for each unity. Unfortunately the three missions are not compensated with the same weight for the moment. Nevertheless the LCH collaborators are not working for the glory of these records. Their motivation is to perform research on a high level of expertise in order to answer the challenge of hydraulic structures and schemes all over the world. By aiming towards excellence in teaching, the LCH wants to prepare as best as possible the future engineers to this worldwide challenge. Finally, with expertise and services, the LCH guarantees the transfer of knowledge towards practice which is reflected in the realization of more efficient and economical hydraulic structures and schemes.*

*In the name of the collaborators of our laboratory, I wish to sincerely thank all our partners and clients for their support during 2004.*



Prof. Dr Anton Schleiss

<b>1. Recherche / Research</b>	<b>1</b>
1.1 Recherche fondamentale / Fundamental research	1
1.1.1 Ecoulements aérés à hautes vitesses sur macro-rugosités / High velocity aerated flows on stepped chutes with macro-roughness elements	1
1.1.2 Affouillement de massifs rocheux par des jets d'eau plongeants à haute vitesse: influence de l'entraînement d'air, des caractéristiques des fosses d'érosion et des fissures du rocher / Rock scour by high-velocity jets: the influence of aeration and prototype characteristics of plunge pools and rock joints	5
1.1.3 Influence d'un déversoir latéral sur le transport solide dans un canal à lit mobile / Influence of side weirs on bed-load transport in a prismatic channel with movable bed	8
1.1.4 Effet des vagues sur l'érosion et efficacité des mesures de protection sur la stabilité des rives lacustres / Wave effect on erosion and efficiency of soft shore protection techniques in lakes	12
1.1.5 Modèle de gestion des crues / Flood management model	16
1.1.6 Effets de la rugosité et de la géométrie des rives sur la propagation des intumescences dans les canaux / Influence of channel bank roughness and geometry on unsteady flow and wave propagation	19
1.1.7 Méthodologies et stratégies pour l'analyse de synergies possibles au sein des aménagements hydroélectriques fluviaux à buts multiples / Methodologies and strategies for the analysis of possible synergies within multi-purposes run-of-river hydroelectric power plants	23
1.1.8 Réservoir flottant contractile pour la récupération et le stockage des nappes d'hydrocarbures / Contractile floating barriers for confinement and recuperation of oil slicks	27
1.1.9 Influence de la géométrie sur la sédimentation de la charge en suspension des réservoirs peu profonds / Influence of reservoir geometry on the sedimentation of shallow reservoirs by suspended load	32
1.1.10 Recherche expérimentale sur l'écoulement principal, les courants secondaires et sur la turbulence dans les canaux à ciel ouvert en courbes avec un accent mis sur l'interaction du courant avec la géométrie de la rive extérieure / An experimental study on main flow, secondary flow and turbulence in open-channel bends with emphasis on their interaction with the outer-bank geometry	37
1.1.11 Diagnostic écomorphologique des rives lacustres	40
1.2 Recherche appliquée (exemples sélectionnés) / Applied research (selected examples)	43
1.2.1 Etude des écoulements sous le pont de l'Arve / Study of the flow conditions under the Arve bridge	43

1.2.2	Réhabilitation du barrage de la Maigrauge. Revitalisation partielle de la rive droite de la Sarine / <i>Rehabilitation of the Maigrauge Dam. Partial revitalisation of the right bank of the Sarine River</i>	48
1.2.3	Modèle 1D du Rhône de Gletsch au Léman au format HEC-RAS / <i>HEC-RAS model of the Rhone River from Gletsch to Lake Geneva</i>	50
1.2.4	Influence de la gravière de Rarogne sur le Rhône / <i>Influence of the the Rarogne quarry on the Rhone River</i>	52
1.2.5	Etude du comportement morphologique du Kelchbach lors du passage de crues, étude sur modèles physique / <i>Study of the morphological behaviour of the Kelchbach river during floods, study on physical models</i>	55
1.2.6	Analyse transitoire du système de pompage de Serono / <i>Transient analysis of Serono pumping system</i>	59
1.2.7	Projet hydroélectrique de Kárahnjúkar - vidange de fond / <i>Kárahnjúkar Hydroelectric Project - Bottom Outlet</i>	60
1.2.8	Erosion de la plage de Préverenges (VD) sur la rive Nord du Léman : Recherche et analyse de solutions / <i>Beach Erosion on the North Shore of Lake Geneva: Analysis and numerical modeling of the present situation</i>	62
1.2.9	Sortie Brigue-Est de la ligne ferroviaire Matterhorn-Gotthard / <i>Exit at Brigue-East of the Matterhor-Gotthard railway line</i>	66
1.2.10	Études de courants de turbidité dans le lac Livigno et étude des solutions techniques pour la réduction des effets de l'alluvionnement / <i>Turbidity currents studies in the Livigno reservoir and design of technical measures to reduce the effects of sedimentation</i>	68
1.2.11	Sédimentation dans le Gübsensee - Modélisation numérique et optimisation de solutions techniques pour réduire la sédimentation de la retenue / <i>Sedimentation in the Gübsensee - Numerical modelling and optimisation of technical solutions to reduce sedimentation of the reservoir</i>	71
1.2.12	Le Port des Iris sur la commune d'Yverdon-les-bains / <i>The Port of Irises on the commune of Yverdon-les-bains (VD)</i>	74
1.2.13	Déchargeurs de la centrale de Cusset, Etude expérimentale sur modèle physique / <i>Turbine bypass of the Cusset power plant, experimental study by physical model</i>	79
1.2.14	Standardisation des ouvrages de génie civil des petits aménagements hydroélectriques et développement d'un outil d'optimisation / <i>Standardization of civil engineering works of small hydropower plants and development of an optimisation tool</i>	84
1.2.15	Bassin de rétention de polluants à l'usine chimique Lonza à Viège - calcul hydrodynamique avec flow3D / <i>Hazard pollutant retention basin in the Lonza Visp chemical plant - numerical flow simulation using flow3D</i>	88
1.2.16	Essais d'écoulement autour d'un profil hydrodynamique NACA pour le team Alinghi / <i>Flow tests around the hydrodynamic NACA profile for the team Alinghi</i>	91

1.2.17	Gestion durable des sédiments dans des réservoirs alpins tenant compte des aspects écologiques et économiques / <i>Sustainable Management of alpine reservoirs considering ecological and economical aspects</i>	93
<b>2.</b>	<b>Enseignement / Teaching</b>	<b>97</b>
2.1	Cycle postgrade en aménagements hydrauliques / <i>Postgraduate studies in hydraulic schemes (2003 - 2005)</i>	97
2.2	Cours à l'EPFL donnés par les collaborateurs du LCH (année académique 2003/2004) / <i>Courses at EPFL given by LCH staff (academic year 2003/2004)</i>	100
2.2.1	Cours de 2 <sup>ème</sup> cycle en génie civil / <i>Graduate courses in Civil Engineering</i>	100
2.2.2	Cours de 2 <sup>ème</sup> cycle en sciences et ingénierie de l'environnement / <i>Graduate courses in sciences and environmental engineering</i>	100
2.2.3	Cycle postgrade en aménagements hydrauliques - session 2003 - 2005 / <i>Postgraduate course in hydraulic schemes - 2003 - 2005 session</i>	101
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>	102
2.2.5	Ecole doctorale en environnement / <i>Doctoral school in environment</i>	102
2.3	Cours hors EPFL / <i>Courses outside EPFL</i>	103
2.4	Projets et laboratoires du 2 <sup>ème</sup> cycle en génie civil – semestres d'hiver 2003/2004 et d'été 2004 / <i>Graduate student projects and laboratory work in Civil Engineering – winter semester 2003/2004 and summer semester 2004</i>	103
2.5	Travaux pratiques de diplôme - 2003 - 2004 / <i>Diploma thesis work – 2003 - 2004</i>	105
2.6	Travaux pratiques de diplôme postgrade - édition 2001-2003 / <i>Postgraduate diploma practical thesis work - session 2001 - 2003</i>	108
2.7	Excursions d'étudiants / <i>Student field trips</i>	112
2.8	Livres / <i>Textbooks</i>	112
2.9	Polycopiés / <i>Student course books</i>	113
<b>3.</b>	<b>Manifestations scientifiques / Scientific events</b>	<b>115</b>
3.1	Première journée des doctorants ENAC 28 - 30 juin 2004 / <i>First ENAC PhD Students' day from 28<sup>th</sup> - 30<sup>th</sup> June, 2004</i>	115

3.2	<i>Visite des installations du LCH d'une délégation slovaque le 17 septembre 2004 / Visit of the LCH installations by a Slovak delegation, 17<sup>th</sup> September, 2004</i>	115
3.3	<i>Visite du vice-ministre M. Reza Ardakanian et de la delegation iranienne en Suisse du 24 - 26 novembre 2004 / Visit of the vice-minister M. Reza Ardakanian and the Iranian delegation in Switzerland from 24 - 26 November, 2004</i>	117
3.4	<i>Conférences publiques au LCH / Public conferences at the LCH</i>	117
3.5	<i>Conférences internes données au LCH / In-house conferences given at the LCH</i>	118
3.6	<i>Participation aux comités d'organisation / Member of organising committees</i>	119
<b>4.</b>	<b><i>Personnel / Staff</i></b>	<b>121</b>
4.1	<i>Organisation du LCH / Organisation of the LCH</i>	121
4.2	<i>Collaborateurs en 2004 / Staff in 2004</i>	123
4.3	<i>Professeurs invités et hôtes académiques / Visiting professors and academic visitors</i>	124
4.4	<i>Événements spéciaux / Special events</i>	125
4.4.1	<i>Cérémonie de remise des diplômes de la 2<sup>ème</sup> édition du cycle postgrade en aménagements hydrauliques 2001 - 2003 - 19 mars 2004 / Graduation ceremony of the 2<sup>nd</sup> edition of the postgraduate cycle in hydraulic schemes - 19<sup>th</sup> March, 2004</i>	125
4.4.2	<i>Sortie du LCH en Autriche et en Bavière du 7 au 10 octobre 2004 / LCH outing to Austria and Bavaria from 7<sup>th</sup> to 10<sup>th</sup> October 2004</i>	127
4.4.3	<i>Réorganisation de l'atelier par la creation d'un pool atelier ICARE / Reorganization of the laboratory workshop by the creation of an ICARE pool workshop</i>	131
4.4.4	<i>Calendrier 2005 des barrages en Suisse / 2005 Calendar of Swiss dams</i>	132
<b>5.</b>	<b><i>Participation aux commissions, associations professionnelles et académiques / Participation in commissions, professional and academic associations</i></b>	<b>133</b>
<b>6.</b>	<b><i>Conférences données par les collaborateurs du LCH / Conferences presented by the LCH staff</i></b>	<b>137</b>
6.1	<i>Invités / Invited</i>	137
6.2	<i>Autres conférences / Other conferences</i>	138

<b>7. Participation aux congrès et visite des instituts de recherche / <i>Participation in congresses and visits of research institutes</i></b>	<b>141</b>
<b>8. Participation au jury de thèses de doctorat / <i>Participation in doctoral thesis jury</i></b>	<b>145</b>
<b>9. Participation à des comités de lecteurs et jury de fonds de recherche / <i>Participation in review committees of journals and research funds</i></b>	<b>145</b>
<b>10. Publications</b>	<b>147</b>
10.1 <i>Journaux scientifiques / Scientific journals</i>	147
10.1.1 <i>Référés / Refereed</i>	147
10.1.2 <i>Autres / Others</i>	147
10.2 <i>Comptes rendus des congrès / Proceedings of congresses</i>	148
10.2.1 <i>Référés / Refereed</i>	148
10.3 <i>Thèses</i>	150
10.4 <i>Communications du LCH / Communications of LCH</i>	151
10.5 <i>Rapports non publiés / Unpublished reports</i>	151



# 1. RECHERCHE / RESEARCH

## 1.1 Recherche fondamentale / Fundamental research

### 1.1.1 Écoulements aérés à hautes vitesses sur macro-rugosités / High velocity aerated flows on stepped chutes with macro-roughness elements

Pendant une crue, le déversement incontrôlé sur un barrage en remblai peut mettre en danger sa stabilité. En effet, l'érosion du parement aval et l'affouillement de sa base causés par les hautes vitesses et l'énergie propre de l'écoulement peuvent ouvrir des brèches jusqu'à la rupture de l'ouvrage. Une solution de protection efficace consiste à recouvrir le coursier de marches d'escaliers. Elles permettent en effet de dissiper l'énergie le long du coursier donc de réduire la vitesse de l'écoulement sur le coursier et l'énergie résiduelle en pied de chute. Cependant les écoulements sur marches d'escalier sont très complexes car ils sont fortement aérés et turbulents avec de surcroît une surface libre ondulée mal définie. Leur compréhension, leur définition ainsi que l'estimation correcte de l'énergie dissipée manquent toujours de clarté.

Pour contribuer à réduire ces incertitudes, une étude expérimentale des écoulements sur pente en escalier équipée d'éléments de macro-rugosité a été menée dans un canal à pente moyenne ( $\approx 1V : 1.7H$ ) et à pente faible ( $\approx 1V : 3H$ ). Trois types de revêtement en marches d'escalier ont été testés (Figure 1), des marches rectangulaires conventionnelles, des marches équipées de seuils à leur nez sur toute la largeur du canal et des marches recouvertes de blocs espacés rectangulaires.

*Uncontrolled overtopping during flood events can endanger embankment dams. Erosion of the downstream slope and scouring of its base caused by the high velocity and energy of the overflow can indeed lead to breach formation until complete failure.*

*An efficient protection solution consists in fitting the slope with steps. In fact, this permits to dissipate the energy along the slope and then to reduce the bottom flow velocity and the residual energy at the toe. However, flows on steep stepped chutes are quite complex, characterized by great aeration, high turbulence and confused wavy free surface. Their understanding, their definition and an accurate approach to estimate energy dissipation are still lacking.*

*To contribute to reduce these uncertainties, an experimental study of flow on stepped chutes equipped with macro-roughness elements is performed in a laboratory gated flume for mild ( $\approx 1V : 1.7H$ ) and weak ( $\approx 1V : 3H$ ) chutes. Three types of stepped macro-roughness overlays are assessed (Figure 1), namely rectangular conventional steps, steps equipped with end-sills fixed on their nose over all the flume width and steps equipped with rectangular spaced blocks.*

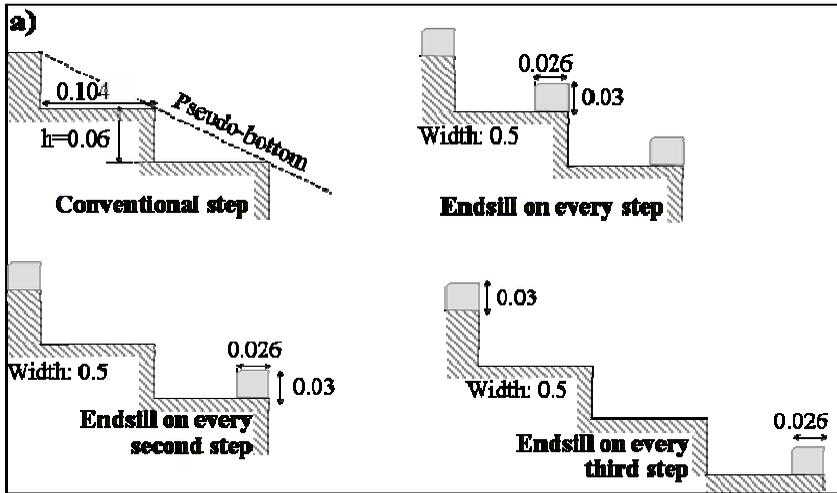


Figure 1 a: Schéma des revêtements avec seuils testés (dimension en mètre) / Sketch of the tested overlays with endsills (dimension in meter)

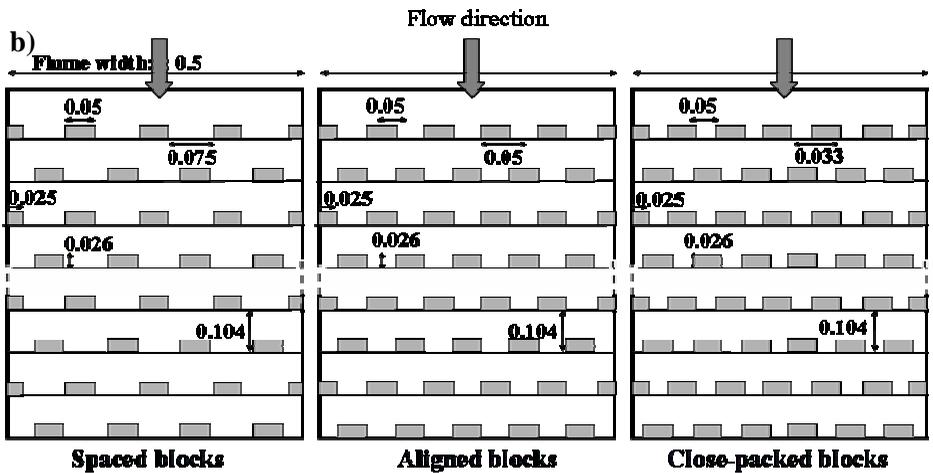


Figure 1 b: Schéma des revêtements avec blocs testés (dimension en mètre) / Sketch of the tested overlays with blocks (dimension in meter)

La hauteur d'eau, la concentration en air et la vitesse longitudinale ont été mesurées avec une double sonde optique. Les pressions sur les faces des macro-rugosités sont prises à l'aide de mini capteurs piezo-

Flow depth, local air concentration and longitudinal velocities are measured with a double fiber-optical probe. Pressures at macro-roughness faces are taken with piezo-resistive sensors.

résistifs. Les hauteurs conjuguées du ressaut hydrauliques formé dans le bassin de dissipation en pied de chute ont été mesurées par des limnimètres à ultrason. Cette phase expérimentale a contribué à :

- définir les paramètres hydrauliques de l'écoulement (régimes, hauteur d'eau, distribution de vitesse et de concentration en air, forces hydrodynamiques) sur les systèmes testés.
- montrer que le mélange eau air se décompose en (Figure 2):
  - une couche limite rugueuse influencée par le cisaillement mais surtout par les effets de forme (macro-turbulence) causés par les macro-rugosités,
  - une couche aérée homogène qui constitue la part principale de l'écoulement impliquée dans le mécanisme de dissipation d'énergie,
  - une couche de surface ondulée qui doit être prise en compte pour le dimensionnement des murs bajoyers,
- montrer que l'énergie dissipée est surtout associée aux pertes de charge singulières,
- valider la méthode indirecte du ressaut hydraulique pour estimer l'énergie dissipée.

Les essais ont finalement montré que la variante optimale pour dissiper l'énergie de l'écoulement sur le parement aval consiste en un système de blocs espacés avec un écartement transversal plus grand que la largeur du bloc lui même et fixés en ordre alterné sur le nez des marches (Figure 1b). Cette alternative diminue l'énergie résiduelle en pied de chute d'environ 45% par rapport à un coursier lisse, pour le plus grand débit testé ( $q=0.28 \text{ m}^2/\text{s}$ ).

*Sequent depths of the hydraulic jump forced in the stilling basin at the flume base are measured with ultrasound sensors.*

*Thus, this experimental phase of the thesis has allowed:*

- *to define flow parameters (regimes, depths, velocity and air concentration distributions, hydrodynamic forces) for tested overlays,*
- *to highlight that air - water flow depth is divided into:*
  - *a rough boundary layer influenced by shear stress and by drag form (macro-turbulence) caused by macro-roughness,*
  - *a homogeneous aerated layer which represents the main portion of flow involved in an energy dissipation mechanism,*
  - *a wavy free surface layer which must be considered in the side walls design,*
- *to stress that energy dissipation is mainly a question of drag losses,*
- *to validate indirect method of hydraulic jump for energy dissipation estimation,*
- *to estimate relative energy loss for several stepped macro-roughness overlays*

*Tests have finally shown that an optimal alternative to dissipate the overflow energy during an overtopping event consists in spaced blocks, with a transverse space larger than the width of the block itself and fixed alternately on conventional steps (Figure 1b). This alternative diminishes by about 45 % the residual energy at the toe compared to a smooth chute, for the highest tested discharge ( $q=0.28 \text{ m}^2/\text{s}$ ).*

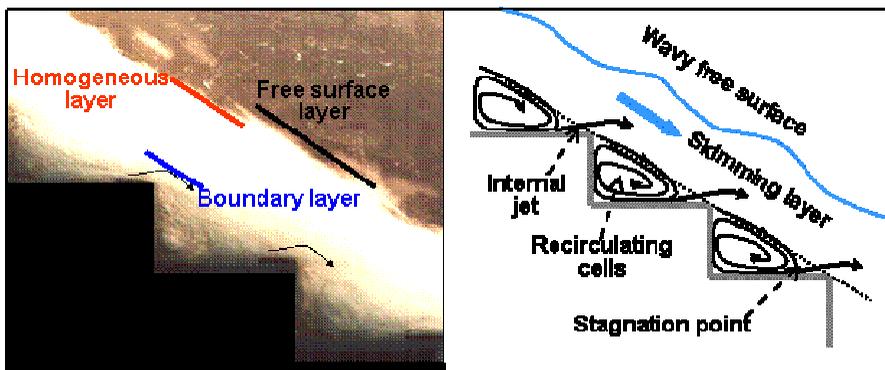


Figure 2: Structures de l'écoulement aéré sur macro-rugosités (régime en mousse sur marche conventionnelle pour la pente de 30°) / Structure of aerated flow on macro-roughness (skimming regime on conventional step for the 30° slope)

Basé sur les résultats expérimentaux, une modélisation numérique des écoulements sur marches conventionnelles a été menée en collaboration avec le Laboratoire d'Hydrodynamique Appliquée et de Constructions Hydrauliques de l'Université de Liège. Un modèle quasi-2D a été développé, basé sur la méthode des volumes finis. Il a conduit à des résultats réalistes tant du point de vue des hauteurs d'eau que des vitesses et concentrations en air moyennes ainsi que des amplitudes d'oscillation de la surface libre.

Enfin, les résultats empiriques et numériques contribuent à étendre la connaissance des écoulements aérés sur macro-rugosités et fournissent des éléments pour optimiser un revêtement de surface destiné à la sécurité des barrages en remblai.

Recherche financée par l'office fédérale des eaux et de la géologie.

Docteur Stéphanie André

Based on the experimental results, a numerical modeling of two phase flows over conventional stepped flumes was performed in collaboration with the Laboratory of Applied Hydrodynamics and Hydraulic Constructions at the University of Liège. A quasi-2D numerical model based on the finite volume method was developed. This numerical model leads to realistic results regarding mixture depth, mean flow velocity, air concentration and wave amplitudes of the flow free surface.

Finally, the experimental and numerical results contribute to extend the knowledge of high velocity aerated flows on macro-roughness and to provide elements of guidelines to optimize stepped macro-roughness overlays for safety of embankment dams.

Research financed by the Federal Office of Water and Geology

Doctor Stéphanie André

### **1.1.2 Affouillement de massifs rocheux par des jets d'eau plongeants à haute vitesse: influence de l'entraînement d'air, des caractéristiques des fosses d'érosion et des fissures du rocher / *Rock scour by high-velocity jets: the influence of aeration and prototype characteristics of plunge pools and rock joints***

La recherche sur l'affouillement de massifs rocheux par impact de jets à haute vitesse est en cours au LCH depuis les années 90. L'actuel projet de recherche concerne l'étude des processus physiques régissant l'évolution de l'érosion à l'aval des barrages lors de l'opération de leurs ouvrages d'évacuation des crues.

Des essais sur une installation expérimentale ont été effectués afin d'étudier l'influence de différentes géométries de la fosse d'érosion, de manière à représenter les structures géologiques rencontrées sur le terrain.

Neuf géométries différentes ont été testées. Les premiers essais ont porté sur l'étude d'une fosse à fond plat servant de situation de référence correspondant à l'état des connaissances au début du projet. La vitesse du jet et l'épaisseur du coussin d'eau dans la fosse ont été modifiés. Les essais suivants ont porté sur l'étude de huit autres géométries de la fosse d'érosion, mettant en évidence l'influence d'un confinement latéral sur la diffusion du jet. Dans une première étape, des confinements cylindriques d'une même hauteur dont le diamètre était 5.5, 11 ou 16.5 fois le diamètre du jet à la sortie (rapport  $D_c/D$ ) ont été testés. La deuxième étape a mis en évidence l'influence de la profondeur relative du confinement (rapport  $t/D = 2.7, 5.4$  et  $8.1$ ). Une troisième étape a permis la combinaison des différents éléments pour produire des géométries coniques en forme de marches d'escalier.

Les différentes géométries ont permis

*Research on rock scour by high-velocity plunging water jets issuing from hydraulic structures is being going on at the LCH since the 90's. The present research project aims at identifying and understanding the importance of the physical phenomena occurring inside the plunge pool downstream of large dams.*

*Experimental work has been performed to document the interaction between the plunging jet and different pool geometries typical of prototype geological conditions.*

*Nine pool geometries were tested. Jet diffusion in a longitudinally bounded medium was first studied, modifying both jet velocity and pool tailwater depth. This corresponds to the state-of-art knowledge at the beginning of the project and is used as the reference scenario for comparison. Eight other pool geometries were tested to assess the influence of laterally confining jet diffusion. To start off with, three lateral confinements were tested, corresponding to a confinement diameter  $D_c$  ratio to the jet's initial diameter  $D$  of  $D_c/D=5.5, 11$  and  $16.5$  for a given scour depth  $t$ . A second step consisted on studying increasing scour depths ratio of  $t/D = 2.7, 5.4$  and  $8.1$ . And finally, the different geometrical elements used previously were combined to compose more complex geometries (e.g. conical cylindrical stepped pools).*

*These geometries produce, each one of them, different flow patterns inside the pool. They allowed identifying the role of the confinement in deflecting the*

de mesurer l'importance des modifications de l'écoulement induites par la géométrie de la fosse, tels que la déflexion des jets de paroi, l'interaction des jets plongeants et des courants de circulation ainsi que les zones de séparation.

Des mesures de pression à l'interface écoulement – rocher ont été prises avec des micro-capteurs pour des vitesses du jet de 7.5 à 30 m/s à 1 kHz. Pour un nombre limité de cas, des mesures locales du taux de concentration en air et de la vitesse des interfaces eau – air ont été effectuées à l'aide d'une sonde optique. Des phénomènes physiques particuliers visibles pendant les essais ont été documentés par la prise de photos et d'enregistrements vidéo.

*bottom wall jet upwards and enhancing the interaction between the upward currents and the plunging jet itself.*

*Pressure measurements were performed at the water - rock interface, i.e the pool bottom, using micro piezoresistive transducers for jet issuance velocities from 7.5 to 30 m/s at an acquisition frequency of 1 kHz. For a limited number of cases, measurements of local void fraction and interfacial velocity were performed using a double-tip optic probe. Visually perceptible particular flow features were documented with photos and video recordings.*

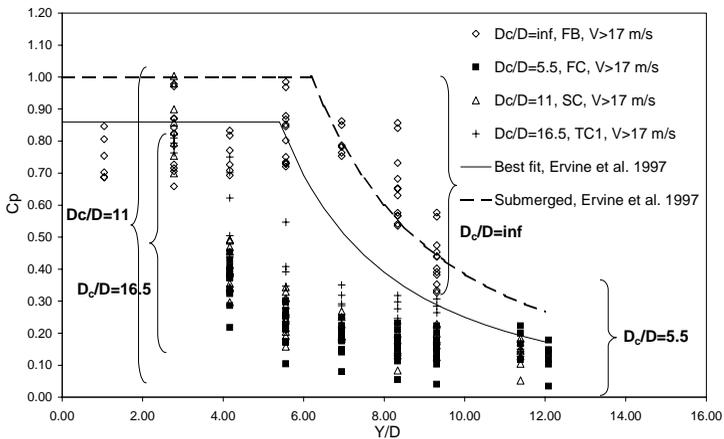


Figure 1: Coefficient dynamique de pression moyenne  $C_p$  en fonction de la profondeur relative de la fosse d'érosion pour quatre géométries étudiées: fond plat (FB,  $D_c/D=\infty$ ), et confinement latéral  $D_c/D=5.5, 11$  et  $16.5$  ( $D_c$  = diamètre du confinement,  $D$  = diamètre initial du jet,  $Y$  = hauteur d'eau initiale dans la fosse) / Mean dynamic pressure coefficient  $C_p$  as a function of the relative pool depth  $Y/D$  for four test cases : flat bottom pool (FB,  $D_c/D=\infty$ ) and three laterally confined pools with  $D_c/D=5.5, 11$  and  $16.5$  ( $D_c$  = confinement diameter,  $D$  = jet diameter at issuance,  $Y$  = initial pool depth)

L'analyse approfondie des résultats est actuellement en cours. L'analyse préliminaire de ceux-ci montre qu'en comparaison avec le cas de référence à fond plat:

- certains confinements réduisent les pressions moyennes incidentes à l'impact avec le rocher (Figure 1)
- les confinements contribuent au développement prématuré du jet
- la distribution de l'énergie spectrale (énergie des fluctuations de pressions) est considérablement modifiée, et peut augmenter dans la plage de fréquences capables d'exciter des fissures du rocher ou des joints de construction. Cette modification de la distribution de cette énergie est plus marquée dans le cas de fosses peu profondes (Figure 2)

*A detailed analysis of the experimental results is underway. Preliminary analysis allows to conclude that regarding a flat bottom reference scenario:*

- *some of the lateral confinements tested reduce mean pressures at the pool bottom (Figure 1)*
- *the confinements effectively enhance jet development*
- *power spectra density distribution of the pressure fluctuation (by frequency) generated by the diffusion of the jet in the pool varies significantly and spectral energy may even increase in the range of frequencies capable of exciting underlying fissures. This redistribution of spectral energy by frequency is more pronounced for shallow pools (Figure 2).*

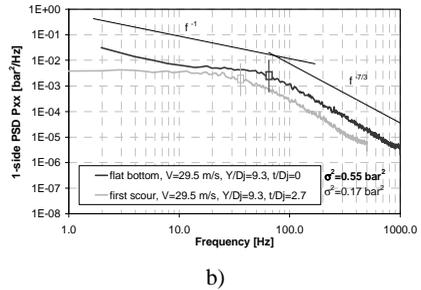
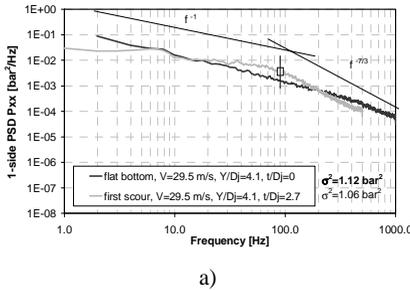


Figure 2 : Distribution de l'énergie des fluctuations de pression par fréquence (fonction de distribution de densité spectrale) pour une fosse à fond plat ("flat bottom") et une fosse avec un confinement latéral de  $D_c/D = 5.5$ , pour une vitesse de 29.5 m/s et a) une profondeur d'eau relative  $Y/D=4.1$  dans la fosse caractéristique d'une fosse peu profonde, et b) une fosse profonde avec  $Y/D=9.3$  / Distribution of fluctuating pressure energy by frequency (power spectral density fonction) for a flat bottom pool and a laterally confined pool with  $D_c/D = 5.5$ , for jet velocity  $V=29.5$  m/s and a) a relative pool depth  $Y/D=4.1$  characteristic of shallow pools and b)  $Y/D=9.3$  characteristic of deep pools

Les résultats de cette recherche permettront de poursuivre le dévelop-

*The results of this research will be used to further develop existing methodolo-*

pement de méthodes d'estimation de l'évolution de la géométrie de la fosse durant la vie du barrage jusqu'à son état d'équilibre. Ces méthodes seront ainsi basées sur une analyse descriptive des phénomènes complexes liés aux interactions eau - air - rocher.

Recherche financée par la Fondation pour la Science et la Technologie (FCT), Portugal, et par l'Office Fédéral des Eaux et de la Géologie (OFEG), Suisse.

Doctorant : Pedro A. Manso

*gies to estimate the ultimate depth and extent of scour during the expected lifetime of the dam. These methodologies will be thus based on a descriptive analysis of the complex physics of water - air - rock interactions.*

*Research funded by the Foundation for Science and Technology (FCT), Portugal; and the Federal Office for Water and Geology (FOWG), Switzerland.*

*Ph.D. student: Pedro A. Manso*

### **1.1.3 Influence d'un déversoir latéral sur le transport solide dans un canal à lit mobile / Influence of side weirs on bed-load transport in a prismatic channel with movable bed**

Le projet de recherche multi-disciplinaire de protection contre les crues DIFUSE (Digues Fusibles et Submersibles) repose sur une collaboration entre des partenaires publics (Office Fédéral des Eaux et de la Géologie (OFEG), Berne, Service des Routes et Cours d'Eau du Canton du Valais (SRCE), Sion), industriels (Etablissement Cantonal d'Assurances des Bâtiments (ECAB), Fribourg, Hydronat SA, Vétroz) et quatre laboratoires de recherche. L'objectif de ces instituts de recherche est d'établir des critères de conception pour les fusibles (EIF), d'étudier la stabilité du revêtement des digues submersibles ainsi que l'érosion en pied (EIVD), d'étudier l'influence géométrique (EIG) et les effets d'un débordement latéral sur le transport solide. Ce dernier aspect est traité par le Laboratoire de Constructions Hydrauliques (LCH).

Dans le cadre de la protection contre les crues, les volumes de rétention gérés par débordement sur les déversoirs latéraux revêtent un intérêt particulier. Les digues latérales sont instal-

*The multidisciplinary flood protection research project DIFUSE (Fuse plugs and overflow dams at rivers) involves governmental offices (Office Fédéral des Eaux et de la Géologie (OFEG), Berne, Service des Routes et Cours d'Eau du Canton du Valais (SRCE), Sion), private companies (Etablissement Cantonal d'Assurances des Bâtiments (ECAB), Fribourg, Hydronat SA, Vétroz) and four research institutes. The task of the research institutes is to establish design criteria for fuse plugs (EIF), to investigate the stability of submerged river dykes including scouring at the toe (EIVD), to carry out research about the geometric integration (EIG) and to study the effects of a side overflow on sediment transport in a natural channel. The latter is treated by the Laboratory of Hydraulic Constructions (LCH).*

*Lateral side weirs are installed at the bank along the main-channel with the purpose to divert or spill in controlled manner water over their crest when the water level in the channel exceeds a certain limit. This lateral loss of water is*

lées dans la levée le long du canal. Le but est de contrôler, à l'aide de leur cote respective uniquement, le débit déversé. La réduction du débit principal a toutefois pour effet de réduire la capacité de transport par charriage. Il en résulte une formation locale de dépôts sédimentaires qui provoquent un accroissement non-contrôlé du débit déversé latéralement. Dans beaucoup de cas le comportement du matériel mobile du lit a une influence importante sur ce processus. Néanmoins l'absence d'études sur ce sujet limite l'emploi des digues et submersibles dans la pratique.

L'objectif particulier de cette recherche est donc de rassembler les données expérimentales qui peuvent être employées pour conduire une analyse paramétrique adimensionnelle afin de prévoir le comportement hydraulique du déversoir latéral sur lit mobile. Une approche photogrammétrique est utilisée pour déterminer les changements morphologiques du lit et trouver des relations empiriques. En outre les résultats expérimentaux sont exploités pour la définition et le calage d'un modèle numérique 3D afin d'élargir la gamme d'application des conditions simplifiées du modèle physique à des cas plus généraux.

Finalement il est prévu d'élaborer des recommandations pour l'implantation des digues fusibles et submersibles, en regard des phénomènes précités. Par une étude de cas dans le cadre d'un projet concret (3ème correction du Rhône en Valais) une démarche pour dimensionner ces dispositifs de contrôle d'inondation sera proposée et le transfert des résultats théoriques dans la pratique sera réalisé.

*responsible for the reduction of sediment transport capacity in the main-channel by decreasing the bottom shear stress. This yields to the formation of sediment deposits which raise the bed level locally. As a consequence, the design discharge to be diverted over the side weir is increased. This interaction between lateral overflow and sediment transport has to be known in order to avoid uncontrolled behaviour of the side weir as a fuse plug and to guarantee the application of such devices in practice.*

*The main goals of the LCH contribution are to perform experimental model studies which can be used for a better understanding of physical processes involved and for a non-dimensional parameter analysis. Combined with a photogrammetrical approach the purpose is to determine morphological river bed changes and to find empirical relationships for the main phenomena. Furthermore the collected data serves as main-input to generate a 3D numerical model in order to analyze the influence of a lateral overflow on bed-load transport in detail and to widen the application range from the simplified conditions of the physical model to more general and natural cases.*

*Finally, it is foreseen to work out recommendations and design criteria for side weirs as a fuse plug taking into account the phenomena mentioned above. Followed by a case study within the framework of the project "3rd correction of the river Rhone in Valais" a guideline for dimensioning such flood control devices will be proposed and the transfer of the theoretical results in practice will be carried out.*

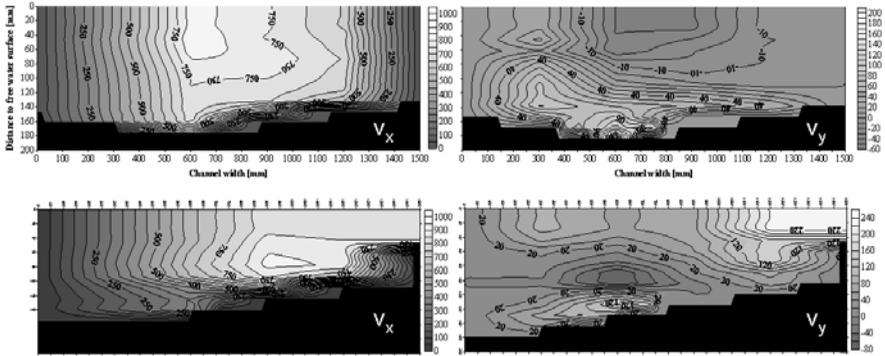


Figure 1: Vitesses dans l'axe du canal ( $v_x$ ) et perpendiculaire au déversoir ( $v_y$ ) à l'amont (en haut) et au droit du déversoir (en bas) / Velocities in main channel axis ( $v_x$ ) and perpendicular to the side weir ( $v_y$ ) upstream (top) and in the weir alignment (bottom)

### Analyse du champ de vitesses

Pour mesurer le champ de vitesses dans le plan 2D, des capteurs ultrasoniques à effet Doppler (UVP) ont été utilisés. Quelques résultats de ces mesures pour une section à l'amont du déversoir latéral et à l'endroit du déversoir sont présentés dans la figure 1. Dans la partie amont le centre du champ de vitesses avec la vitesse maximale ( $v_x$ ) se trouve au milieu du canal. Elle vaut environ 840 mm/s (cf. figure 1 en haut à gauche). La vitesse perpendiculaire au déversoir ( $v_y$ ) est presque nulle (cf. figure 1 en haut à droite). Au droit du déversoir la situation se présente tout à fait autrement (cf. figure 1 en bas). L'écoulement est attiré par le déversoir. Le centre du champ de vitesses est dévié vers le déversoir. La vitesse dans l'axe du canal est réduite ( $v_x = 710$  mm/s), la vitesse vers le déversoir ( $v_y$ ) augmente jusqu'à 25 % de la vitesse moyenne.

### Evolution morphologique du lit

L'analyse de la morphologie montre que des formes du lit, notamment des

### Analysis of flow field

The 2D velocity field has been measured with the help of Ultrasonic Doppler Velocity Profilers (UVP). Some of these results for a section in the upstream reach of the side overflow and in the weir alignment are presented in figure 1. In the upstream canal stretch the core of the flow field with the maximum velocity ( $v_x$ ) is located in the middle of the channel amounting to approximately 840 mm/s (see figure 1, top left). The velocity opposite to the weir ( $v_y$ ) is almost zero (see figure 1, top right). In the reach of the side overflow the situation arises to be completely different (see figure 1, bottom). The flow is attracted by the overfall. The core of the flow field is deviated from its central channel position towards the weir. The velocity in the channel axis is reduced ( $v_x = 710$  mm/s), the velocity towards the weir ( $v_y$ ) increases up to 25 % of the mean velocity.

### Bed morphology

A morphological analysis reveals the formation of bed forms, namely dunes

dunes et des rides, se créent. Ces formes présentent une rugosité supplémentaire à celle des grains. La rugosité de forme peut s'élever à 50 % de la rugosité globale. A l'aide d'une approche analytique le même ordre de grandeur a pu être montré. Ce phénomène a pu être confirmé également pendant la visite du Prof. Zech de l'Université catholique de Louvain (Belgique), hôte académique au LCH en novembre 2004. Basé sur une modélisation numérique, la rugosité liée à la forme constitue autour de 50 % de la rugosité globale.

La formation d'un dépôt sédimentaire au droit du déversoir rétrécit la section mouillée. Une réduction jusqu'à 1/3 a été observée. Ce rétrécissement mène à une courbe de remous qui fait augmenter la charge sur le déversoir et ainsi le débit déversé. L'analyse des essais montre une augmentation du débit déversé pour le lit mobile jusqu'à 25 - 30 % par rapport à un fond fixe.

and ripples. These flow patterns increase the total resistance in addition to the friction induced by the grains. The roughness attributed to bed forms can rise to 50 % of the total roughness. Applying an analytical approach the same order of magnitude could be shown. The same impact has been confirmed during the visit of Prof. Zech from the Catholic University of Leuven (Belgium), academic host at the LCH in November 2004. Based on a numerical simulation the roughness related to bed forms constitutes around 50 % of the total roughness.

The formation of a sedimentary deposit in the weir alignment reduces the cross section. A reduction up to 1/3 has been observed. This contraction leads to a back water curve which increases the head over the side weir thus intensifying the flow rate over the weir. The analysis of the tests showed an increase of the diverted discharge for a mobile bed of up to 25 - 30 % compared to a fixed invert.

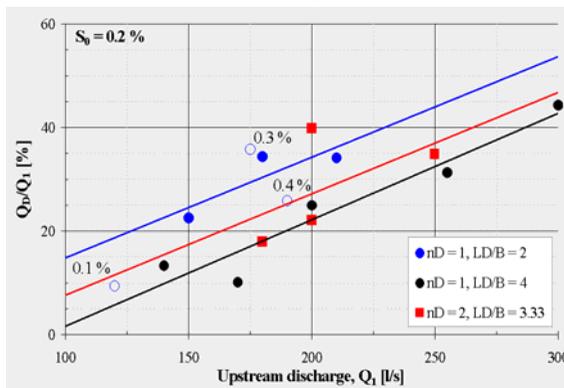


Figure 2: L'influence de la longueur LD et le nombre de déversoirs nD sur le débit déversé / Influence of weir crest length LD and number of weirs nD on diverted discharge

### Etude paramétrique

En ce qui concerne l'analyse de

### Parametric analysis

With regard to the influencing parame-

l'influence des paramètres étudiés la longueur LD de crête, exprimée sous forme adimensionnelle LD/B, B étant la largeur du canal, a une grande influence sur le débit déversé (cf. figure 2, ligne rouge et noire). Pour la même pente de 0.2 % le rapport débit déversé/ débit introduit à l'amont ( $Q_D/Q_1$ ) est plus marqué pour LD/B = 2.0 que pour LD/B = 4.0. Autrement dit à partir d'une certaine longueur la capacité du déversoir n'augmente plus.

Une comparaison du nombre de déversoirs ( $nD = 1$  ou  $2$ ) fait apparaître que pour à peu près les mêmes valeurs de LD/B (4.0 et 3.33) le débit déversé varie moins que pour la longueur. Deux déversoirs montrent donc une tendance vers le comportement d'un seul déversoir (pour les mêmes valeurs LD/B).

Recherche financée par la Commission pour la Technologie et l'Innovation (CTI) avec le soutien des partenaires mentionnés ci-dessus.

Doctorant: Burkhard Rosier

#### **1.1.4 Effet des vagues sur l'érosion et efficacité des mesures de protection sur la stabilité des rives lacustres / Wave effect on erosion and efficiency of soft shore protection techniques in lakes**

Dans le courant 2004, Dr Stephan Mai, professeur invité de l'université de Hanovre, a beaucoup contribué au développement du projet. Par conséquent, pendant cette dernière année, le sujet principal a été consacré à la modélisation numérique des vagues. Deux techniques de modélisation ont été adoptées – 'elliptic mild slope models as well as phase averaging wave models' - et étudiées en profondeur. Parallèlement à l'analyse des fondements théoriques des modèles, le poids a été mis sur l'analyse de leur applicabilité dans la pratique.

*ters studied the weir crest length LD, expressed in dimensionless form as LD/B, B being the width of the channel, reveals a great influence on the diverted discharge (see figure 2, two lower lines). For the same bottom slope of 0.2 % the ratio diverted discharge/upstream discharge ( $Q_D/Q_1$ ) is more pronounced for LD/B = 2.0 than for LD/B = 4.0. That means starting from a certain crest length the capacity of the lateral overfall does not increase any more. A comparison of the number of side weirs ( $nD = 1$  or  $2$ ) revealed that for about the same values of LD/B (4.0 and 3.33) the variation of diverted discharge is less than for the weir crest length LD. Thus two overflows show a trend towards the behaviour of a single overflow (for same values LD/B).*

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

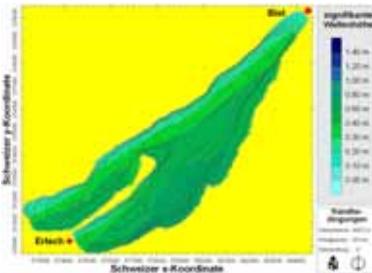
*Ph. D. student: Burkhard Rosier*

*During 2004, Dr Stephan Mai, invited professor from the University of Hanover, largely contributed in the development of the project. Hence, during this past year, major focus was given to numerical modelling of waves. Two modelling techniques – elliptic mild slope models as well as phase averaging wave models - were discussed in depth. Beside the analysis of the theoretical background of the models, great emphasis was put on the analysis of their applicability in practice.*

*The applicability of phase averaging models was tested using the public*

En effet, l'applicabilité des modèles de 'phase averaging' a été examinée en utilisant SWAN le programme de domaine public développé par l'université de Delft aux Pays Bas. En utilisant l'exécutible SWAN créé pour des études de cas, deux des programmes ont été installés afin d'analyser la génération de vagues dans le lac de Biene et de recalculer numériquement les expériences physiques dans bassin à houle du LCH. Un travail sur ces études de cas et une introduction détaillée aux différents dispositifs de SWAN et de leur utilisation ont été réalisés.

*domain programme SWAN developed by Delft University in the Netherlands. Using the created executable of the program SWAN, two case studies were set-up in order to analyse the wave generation in Lake Biel and in order to recalculate the experiments in the physical wave tank of the LCH numerically. Case studies and in-depth introduction to the different features of SWAN and their usage were undertaken.*



(a)

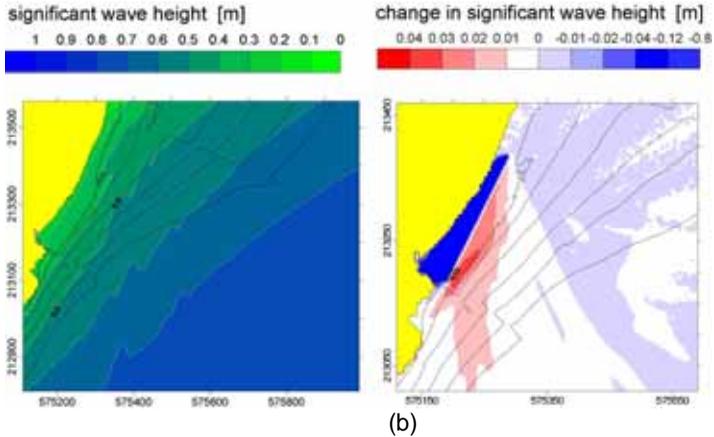
(b)

Figure 1: (a) Hauteur significative des vagues (b) période moyenne des vagues, lac de Biene (niveau d'eau: 429 m, vitesse du vent: 20 m/s, direction du vent : 0°) / (a) Significant wave height and (b) mean wave period, Lake Biel (water level: 429 m, wind speed: 20 m/s, wind direction: 0°).

Un exemple de l'application SWAN pour le lac de Biene est donné à la Figure 1. Les résultats montrés ont été calculés en utilisant des conditions de bord correspondant à celles du lac. De plus des paramètres (moyens) caractéristiques des vagues des propriétés spectrales ont également été analysés au LCH. Afin d'étudier l'effet des structures proches du rivage comme les barrages à claire voie ou les brise-lames émergés ou submergés, le concept des simulations numériques à plusieurs mailles a été illustré. Le

*An example of the application of SWAN on Lake Biel is given in figure 1. The results shown were calculated using boundary conditions of the lake. Beside the characteristic (average) wave parameters, spectral properties were also analysed at LCH. In order to study the effect of near shore structures like brush wood fences or emerged or submerged breakwaters, the concept of nested numerical simulations was illustrated. The nesting was tested for La Neuveville on Lake Biel (see figure 2).*

maillage a été examiné pour la localité de La Neuveville sur le lac de Biene (Figure 2).



(a) (b)  
 Figure 2: Exemple de maillage à petite échelle pour la simulation de vagues à côté de La Neuveville - hauteur significative des vagues (a) et modification des champs de vagues après la mise en place d'un brise-lames (b) / *Example of nested wave simulations near La Neuveville – significant wave height (a) and change in wave height after construction of a breakwater (b).*

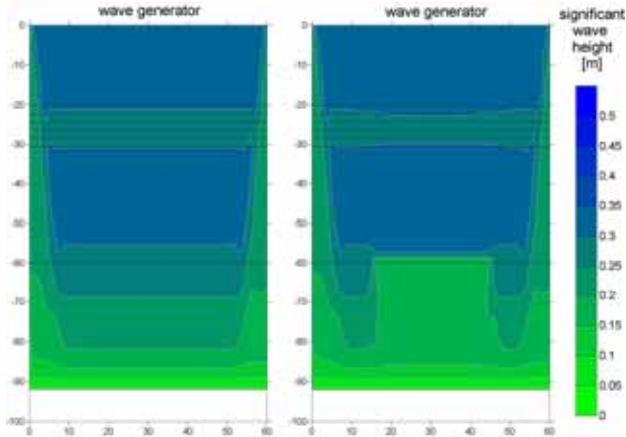


Figure 3: Champs de vagues dans le bassin à houle du LCH modélisé avec SWAN à l'échelle du prototype, sans obstacle (a) avec obstacle (b) / *Wave propagation in the wave tank of LCH modelled with SWAN at prototype scale without obstacle, (a): with obstacle (b)*

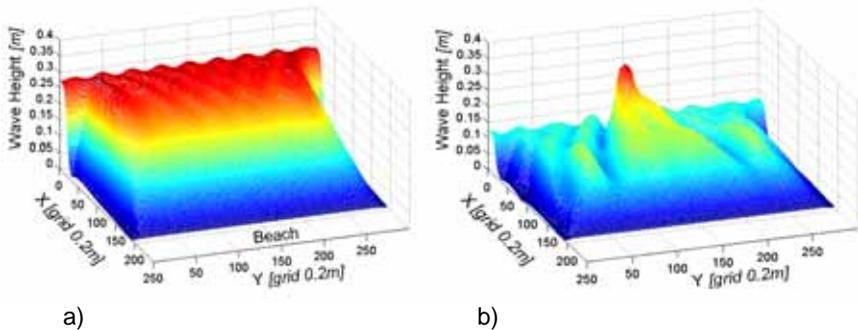


Figure 4: Champs de vagues de la partie protégée (a) sans la protection (b) avec une protection ayant une ouverture au milieu de  $G=2\text{m}$  / *Wave field in the enclosed area (a) without any protection and (b) a in the vicinity of a single gap in the porous shore protection structure,  $G=2\text{m}$ .*

Après l'application à grande échelle de SWAN, une application à plus petite taille correspondant au bassin à houle du LCH à l'échelle du prototype, a été effectuée. Une attention spéciale a été mise sur la définition des conditions de frontière (respectivement les paramètres de vagues ou de spectres caractéristiques) ainsi que sur l'inclusion des structures réfléchissantes et transmissives, comme les barrages à claire voie. Un exemple des résultats de la modélisation est donné à la Figure 3.

L'applicabilité des équations du "Elliptic mild slope" a été examinée en utilisant le module MIKE 21 EMS de DHI. Contrairement au SWAN, MIKE 21 EMS est seulement applicable aux problèmes de petites tailles parce qu'une résolution spatiale élevée (au moins 5 points de grille pour une longueur de vague, 10 étant le maximum) est exigée. Par conséquent MIKE 21 SME n'a pas été appliqué pour le lac de Bièvre mais a été examiné pour adapter le réservoir de vagues du LCH à l'échelle du prototype. Les différents dispositifs de MIKE 21 EMS (comme la génération de

*Beside the large-scale application of SWAN, a small-scale application, modelling the wave tank of the LCH at a prototype scale, was carried out. Special focus was put on the definition of boundary conditions (prescribing characteristic wave parameters or wave spectra respectively) as well as on the inclusion of reflective and transmissive structures, like brush wood fences. An example of the modelling results is given in figure 3.*

*The applicability of elliptic-mild slope models was tested using the modeling system MIKE 21 EMS of DHI. In contrast to SWAN MIKE 21 EMS is only applicable to small-scale problems because a high spatial resolution (at least 5 grid points within one wave length, the maximum being 10) is required. Therefore MIKE 21 EMS was not applied for Lake Bièvre but tested for the adapted LCH wave tank at prototype scale. The different features of MIKE 21 EMS (like wave generation, wave breaking, bottom friction, etc.) were discussed. An example of the simulation of wave propagation in the wave tank without any reflective and*

vagues, le déferlement des vagues et le frottement au fond, etc.) sont discutés. Un exemple de la simulation de la propagation de vagues dans le réservoir à vagues sans aucune structure réfléchissante et transmissive est donné à la figure 4a. La figure 4b montre l'effet d'un barrage à claire voie, c.-à-d. une structure réfléchissante, transmissive et dispersive, sur la propagation de vagues. Les ouvertures dans le barrage changent le champ de vagues sensiblement dû à la diffraction (figure 4b).

Doctorant : Selim Sayah

### 1.1.5 Modèle de gestion des crues / Flood management model

Les crues constituent une des principales causes de dégâts en Suisse et dans le monde: elles nécessitent depuis toujours l'établissement de mesures de protection qui sont en général des solutions constructives. Il existe pourtant d'autres types de mesures pouvant se révéler extrêmement efficaces et bon marché, telles des systèmes d'alarme et des plans d'urgence capables de réduire les pertes humaines. L'objectif du projet MINERVE est encore plus ambitieux: il s'agit de développer un modèle de prévision des crues du Rhône et de ses affluents et de proposer une gestion des aménagements hydroélectriques avant et pendant l'événement afin de maximiser leur effet protecteur.

Un modèle hydrologique tenant compte des processus de fonte de neige et de glace a été développé à l'HYDRAM pour ce projet, qui a été implémenté dans le logiciel *Routing System* (développé au LCH) afin de permettre la modélisation numérique du bassin versant et des aménagements hydroélectriques concernés. Les unités hydrologiques sont des bandes d'alti-

*transmissive structures is given in Figure 4a. Figure 4b exemplifies the effect of a brushwood fence, i.e. a reflective, transmissive and dissipative structure, on the wave propagation. Openings in the brushwood fence alter the wave field significantly due to diffraction (Figure 4).*

*Ph.D. student : Selim Sayah*

*Floods have always been one of the major disasters in Switzerland and in the world: they also have led to important flood mitigation measures such as civil works for increased hydraulic capacities. Nevertheless, other types of efficient and low-cost protection measures exist: alarm systems and emergency plans can significantly reduce the human losses. The objectives of the MINERVE project are still more ambitious: a decision making tool using a flood forecast model is developed. The hydropower plants will be operated before and during floods in order to reduce flood damages in the Rhone river and its major tributaries.*

*A new hydrological model has been developed by our project partner HYDRAM, which was implemented in the Routing System software (developed by the LCH). The numerical model is composed by 1050 glacier or non-glacier elevation bands, summarized in 239 sub-catchments. It is then possible to calculate the snow- and glacier-melt processes. It is also possible to model all the major hydropower*

tude glaciaires et non-glaciaires, réunies en sous-bassins versants produisant de l'écoulement dans des tronçons de cours d'eau.

plants, including water intakes, galleries, spillways and pumps or turbines.

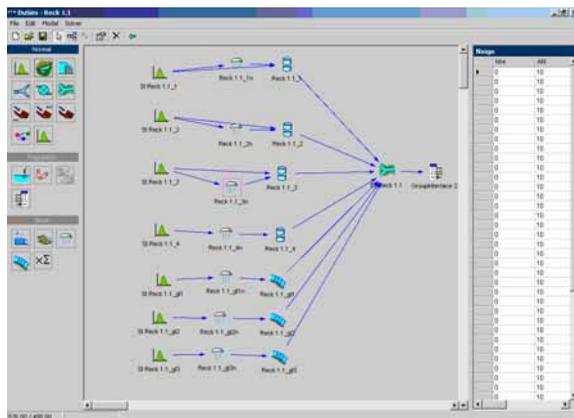


Figure 1 : Logiciel Routing System: exemple de sous-bassin versant composé de 4 bandes d'altitude non-glaciaires et de 3 bandes glaciaires / Routing System software: example of subcatchement with 4 non-glacier and 3 glacier elevation units

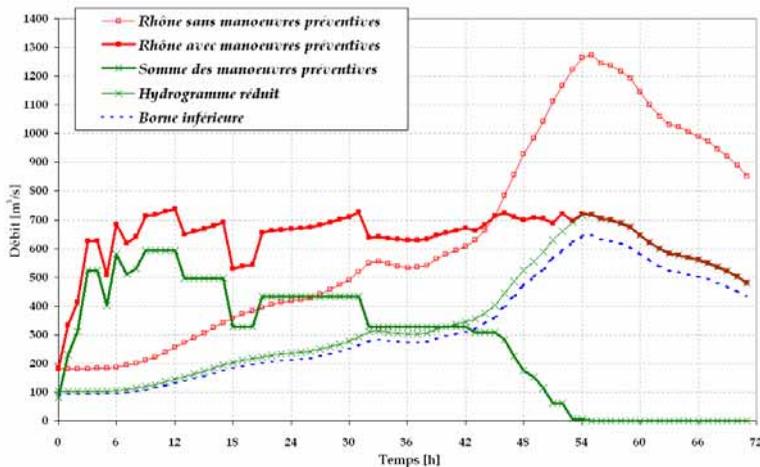


Figure 2 : Influence des manoeuvres préventives des aménagements sur le débit de pointe: exemple de la crue du Rhône d'octobre 2000 à Lavey (VD)/ Influence of preventive operations of the hydropower schemes: example of the Rhone flood of October 2000 in Lavey.

Sur la base de prévisions météorologiques, de mesures hydro-météorologiques en temps réel et des informations provenant des aménagements hydroélectriques, des prévisions de débit à 72 heures sont calculées avec *Routing System* (figure 1) et servent de base pour l'établissement des stratégies de gestion des aménagements afin justement d'influencer au mieux le débit dans le Rhône. Il s'agit de calculer quelles sont les manoeuvres préventives optimales des aménagements pour permettre la réduction du coût des dégâts (figure 2). Les variables à déterminer sont en pratique l'heure d'enclenchement et de déclenchement des turbines ou de pompes nécessaires, et l'heure d'ouverture et de fermeture des vannes de vidange, si nécessaire. Les premiers résultats montrent que la réduction du débit du Rhône peut être extrêmement importante pour autant que les manoeuvres préventives soient effectuées au minimum 24 à 36 heures avant la pointe de crue à l'objectif (figure 3).

Based on the weather forecasts, the real-time hydro-meteorological measurements and the indications provided by the hydropower schemes, a 72 hours lead time flood prediction is computed using *Routing System* (figure 1). This prediction is used for the calculation of optimal flood management strategies in order to minimize the damages costs in the Rhone river. The aim is to compute the best operations of the hydropower plants, whose typical variables are: start and stop time of the necessary turbines and pumps, opening and closing time of the necessary gated spillways (figure 2). First results indicate that the potential for the reduction of the damages costs is important. However, a minimum operation lead time of 24-36 hours before the peak flow is necessary in order to produce the best efficiency. Flood peak flow reduction up to 35% can be reached when assuming a perfect flood forecast and a 45 hours operation lead time (figure 3).

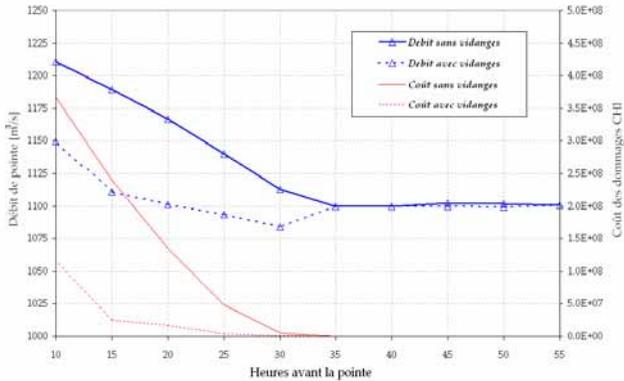


Figure 3 : Influence de l'horizon de gestion sur le débit de pointe et sur les coûts des dégâts: exemple calculé d'après la crue d'octobre 2000 à Lavey / Influence of the operation lead time on the flood peak and the damages cost: calculated after the Rhone flood of October 2000 in Lavey

Les stratégies de gestion des crues proposées tiennent compte du fonctionnement des aménagements hydroélectriques existants et sont déterminées à partir des bilans volumétriques prévus dans les différents sous-bassins versants et des hydrogrammes prévus sur les différents tronçons exposés. Une vérification de ces stratégies par modélisation numérique est en cours, afin d'assurer la validité des hypothèses de calcul qui permettent la détermination d'une solution presque-optimale en un temps réduit. Une fois cette vérification effectuée, la prise en compte de l'incertitude de prévision et de la multiplicité des objectifs sera étudiée afin de fournir un outil flexible et robuste au décideur.

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

Doctorant : Frédéric Jordan

*The provided flood management strategies take the real functioning of the hydropower plants into account. They are obtained by computing volumic integrations based on the discharge predictions provided for each sub-catchement and by optimising the predicted hydrogram on the exposed reaches. Further verifications of these strategies by numerical modelling are currently done in order to ensure validity of the different assumptions. It is now possible to offer a near-optimal strategy within a very short computing time. After verification, further developments will occur in order to take into account the multiplicity of the protection objectives and the uncertainty related to the discharge prediction. A robust and flexible product is needed in order to provide the decision maker a useful tool.*

*Research financed by the Canton of Valais and the Swiss Federal Office for Water and Geology (FOWG).*

*Ph.D. student: Frédéric Jordan*

### **1.1.6 Effets de la rugosité et de la géométrie des rives sur la propagation des intumescences dans les canaux / Influence of channel bank roughness and geometry on unsteady flow and wave propagation**

Les centrales hydroélectriques à accumulation de l'arc alpin influencent une majorité des rivières en aval des retenues. Les rejets des centrales, qui turbinent des débits importants pour couvrir les pointes de la demande d'électricité, provoquent des changements d'écoulement rapides, accompagnés de variations importantes du niveau d'eau. Ce phénomène de marnage se rencontre notamment dans les rivières canalisées comme c'est par exemple le cas sur le Rhône en Valais. Une étude détaillée sur les débits du Rhône a mis en évidence que la rapidité de changement du débit due au

*The flow regime of many alpine rivers is characterized by hydropeaking caused by the rejections of high head schemes, which turbines start quickly to cover the electricity peak demand. This kind of exploitation causes important and fast flow fluctuations, accompanied by significant water level and flow velocity variations. This phenomenon of hydropeaking occurs particularly in channelled rivers such as the Rhone River in Switzerland. A detailed study on the discharge of the Rhone River at "Porte du Scex" shows that the rapidity of the flow change attributable to the turbines exceeds to a great extent that*

turbinage dépasse de loin l'ordre de grandeur d'un changement de débit naturel (Figure 1). Ce constat est particulièrement valable pendant les mois d'hiver. Ainsi, la vitesse de changement de débit provoqué tous les jours par les centrales hydroélectriques est comparable à celle d'une crue annuelle. Pour la revitalisation des cours d'eau, la maîtrise du marnage constitue un élément clé.

Des mesures d'aménagement morphologiques telles que rives ou tracés irréguliers, épis, élargissements locaux et formes en tresse ont une influence sur le plan d'eau (qui est fonction de la rugosité) et la vitesse de changement des débits (qui est fonction de la rétention naturelle du cours d'eau).

Ces mesures induisent une diminution des vitesses de propagation des intumescences, elles favorisent les interférences dues aux réfractions et réflexions des ondes de surface et augmentent l'effet de rétention du cours d'eau. A contrario, une rugosité accrue mène à des niveaux d'eau plus importants. Les bases scientifiques permettant de quantifier les différents effets restent cependant à élaborer.

Le projet "Effets de la rugosité et de la géométrie des rives sur la propagation des intumescences dans les canaux" du Laboratoire de constructions hydrauliques s'insère dans le projet interdisciplinaire "Rhône-Thur - utilisation durable des cours d'eau" de l'OFEG (Office fédéral de l'eau et de la géologie), de l'EAWAG (Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux), du WSL (Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage), de l'OFÉFP (Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage) et de la VAW

*of a normal natural change (Figure 1). This is especially the case during the winter months, when natural flow is low. The actual daily flow change rates of the Rhone River are as high as those of annual floods before the construction of the high head schemes. Within river restoration projects, control of hydropeaking is an important point for increasing the river's ecological potential.*

*Morphological measures such as banks or irregular streambed axis, groynes and local widenings or braided channels have an influence on the water levels (which are a function of the river roughness) and the flow change rates (which are function of the natural routing capacity).*

*The revitalisation measures induce a reduction of the propagation velocities of surge flow. They favourably support interferences due to refractions and reflexions of surface waves and finally they increase the river retention effect. Alternatively, higher roughness leads to higher flow levels. However, scientific bases need to be developed making the quantification of these various effects possible.*

*The project "Influence of channel bank roughness and geometry on unsteady flow and wave propagation" at the Laboratory of hydraulic constructions (LCH) is part of the interdisciplinary project "Rhône-Thur - sustainable use of rivers" with the following partners: FOWG (Federal Office of Water and Geology), EAWAG (Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology), WSL (Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research), SAEFL (Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape) and VAW (Laboratory of Hydraulics, Hydrology and Glaciol-*

(Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie). Un premier produit issu d'une collaboration entre l'EAWAG et le LCH est un rapport de synthèse sur les bases du marnage et les différentes possibilités de réduction.

ogy). A first tool resulting from the collaboration between the EAWAG and the LCH is a summary report on the basis of hydropeaking and the various possibilities of its reduction.

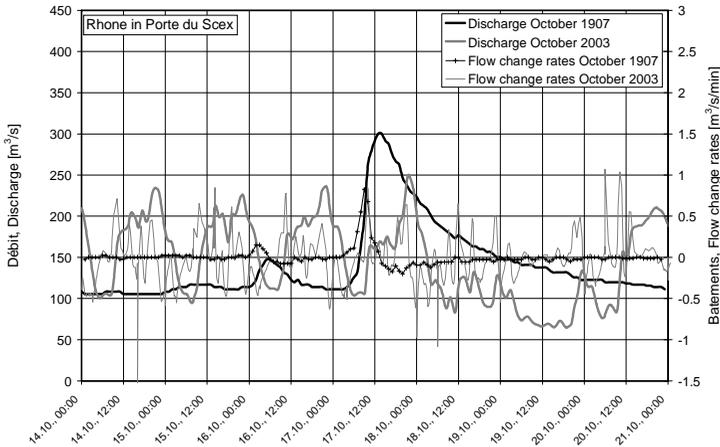


Figure 1: Les différences du régime d'écoulement du Rhône à Porte du Scex relevées durant une semaine en octobre 1907 et une semaine en octobre 2003 / Differences of the flow regime of the Rhone River at Porte du Scex, recorded during a week in October 1907 and a week in October 2003.

L'objectif du projet de recherche du LCH est de quantifier l'impact d'un cours d'eau naturel sur les conditions d'écoulement stationnaires et non stationnaires (marnage) ainsi que de proposer des mesures d'aménagement adéquates pour maximiser les effets réducteurs de ce phénomène.

La démarche adoptée repose sur des essais systématiques sur modèle physique relatifs à l'état des rives et du lit de la rivière. Les essais sont menés dans le canal Vevey d'une longueur de 42 m dans lequel 36 différentes configurations de rives sont examinées. Les

The main goal of the research at the Laboratory of hydraulic constructions (LCH) is to quantify the impact of a natural river on stationary and non-stationary (hydropeaking) flow so as to finally propose adequate measures to optimise the reduction effects.

The adopted process consists of systematic experimental model tests. The tests are conducted in a 42 m long flume and concern the state of banks and the river bed. A total of 36 different river bank geometry configurations are tested in the flume. These bank geometry configurations can be con-

configurations des rives peuvent être considérées comme des macro-rugosités. L'installation expérimentale permet de générer l'écoulement de base (stationnaire) et le débit supplémentaire dû au turbinage qui peut être introduit très rapidement (non stationnaire).

sidered as macro-roughness. The experimental setup allows to simulate the stationary base flow as well as the additional flow caused by turbines, which can be introduced quickly (non stationary).

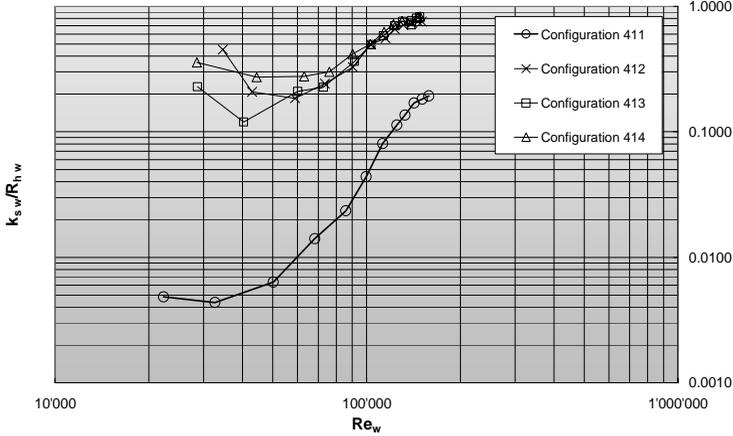


Figure 2: Rugosité relative équivalente des rives ( $k_s/R_h$ ) comme fonction du nombre de Reynolds. Résultat pour quatre des 36 configurations des rives. / Relative equivalent wall roughness ( $k_s/R_h$ ) as a function of Reynolds number. Result for four of 36 bank geometry configurations.

La phase d'essais stationnaires est terminée. Les mesures montrent clairement l'influence des différentes configurations géométriques sur le plan d'eau. Différentes théories hydrauliques sont utilisées pour décrire les résultats analytiquement (calcul de courbes de remous avec sections à rugosité composée (Figure 2), approche Bordat-Carnot). La prochaine phase consiste aux essais non stationnaires. La finalité de ce développement est de simuler correctement la propagation des intumescences dans un cours d'eau caractérisé par une morphologie complexe. Les connaissances acquises doivent permettre de compa-

The first test scenarios with stationary flows have been carried out. The measurements show a clear influence of the different bank geometry configurations on the water surfaces. Several hydraulic theories are used to describe the results analytically (calculation of the backwater-curve with compound roughness sections (Figure 2), modified Bordat-Carnot approach). The next stage of the study is reserved to the nonstationary experiments with the same configurations examined during stationary tests. The final objective of this development is the correct simulation of surge flow in rivers characterized by a complex morphology. The

rer l'efficacité de diverses possibilités d'aménagement ainsi que leur l'optimisation économique et écologique. Les résultats finaux du projet de recherche serviront de base à l'élaboration des programmes de revitalisation de grandes rivières (p.ex. projet de la 3ème correction du Rhône en Valais).

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

Doctorant : Tobias Meile

*acquired knowledge must permit to compare the effectiveness of various measures as well as their economic and ecological optimisation. The final research results will be used as a basis for the development of large river revitalization programs and could, in concrete terms, be applied within the project of the 3<sup>rd</sup> Rhone correction.*

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

*Ph. D. student: Tobias Meile*

### **1.1.7 Méthodologies et stratégies pour l'analyse de synergies possibles au sein des aménagements hydroélectriques fluviaux à buts multiples / *Methodologies and strategies for the analysis of possible synergies within multi-purposes run-of-river hydroelectric power plants***

Les aménagements hydroélectriques fluviaux dans les pays où le potentiel est déjà largement exploité ne peuvent trouver une large acceptation que conçus comme des ouvrages à buts multiples. En plus des aspects techniques (énergie, crues ou irrigation), ils doivent apporter des améliorations environnementales, paysagères et sociales aux réseaux hydrologiques. La réduction du marnage, le soutien du débit d'étiage, la création de biotopes et de zones de loisirs doivent être intégrés.

Largement étudiés, ces aspects ne l'ont été que séparément. La mise en commun de plusieurs buts dans un même aménagement a donné le nom de buts multiples. Les composantes écologique, paysagère et sociale des impacts générés par ces aménagements sont cependant très peu prises en compte.

*In countries where hydraulic energy potential is already mostly exploited, new hydroelectric power plants can only find general approval if they are conceived as multi-purpose works. In addition to purely technical purposes (energy production, flood control or irrigation), dams also need now to improve environmental, landscape and social conditions of river nets. Reduction of artificial fluctuations, support of low-water discharge, creation of biotopes and recreational zones should be included.*

*Studied to a great extent, these aspects have been explored separately. Pooling of many purposes considered by a same project transformed it into a multi-purposes project. Ecological, landscape and social impacts are poorly considered by actual methods.*

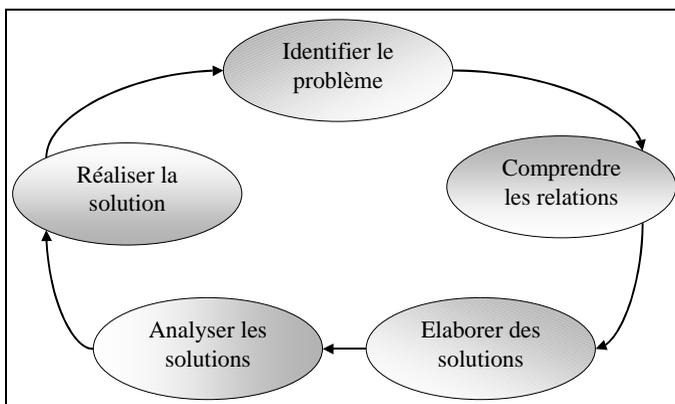


Figure 1 : Les cinq étapes de la méthode de Probst & Gomez / Five steps of the Probst & Gomez method

Leurs considérations transforment un tel aménagement en un système complexe. Développer l'ensemble des synergies possibles au sein de ces ouvrages nécessite une nouvelle méthodologie. La méthodologie proposée comprend deux étapes, une analyse qualitative (terminée) suivie d'une analyse quantitative (en cours).

La méthode qualitative utilisée a été développée par deux socio-économistes, les professeurs G. Probst (université de Genève) et P. Gomez (université de St-Gall). Elle a pour but de donner aux décideurs une vision globale de l'environnement afin de permettre les décisions les plus judicieuses. Elle systématise toutes les relations, internes ou externes aux projets pour mettre en évidence les interactions directes ou indirectes, positives ou négatives. Les deux maître mots sont "approche intégrée" et "réflexion en réseau".

*Their consideration transformed such a project into a complex system. In order to develop all possible synergies within the same project, new methodology is necessary. The proposed methodology includes a qualitative analysis (finished) followed by a quantitative one (work in progress).*

*The qualitative method used was developed by two socio-economists, professors G. Probst (University of Geneva) and P. Gomez (University of St-Gallen). Its aim is to give a global view in order to allow the best decisions. It considers all internal or external relations to the project and highlights positive or negative, direct or indirect interactions. It is summarized by two ideas: integrated approach and networks thinking.*

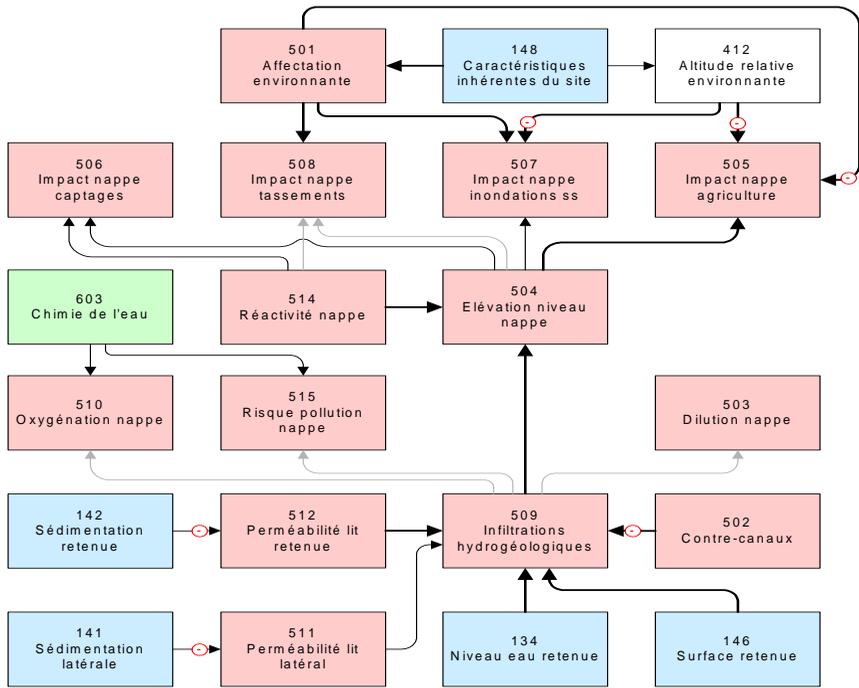


Figure 2 : Exemple d'un réseau d'influence, le fonctionnement de la nappe phréatique / *Example of a network graph, ground water network*

La première étape met en évidence les acteurs du système. Ils sont répartis en six classes : politique, économique, social, écologique, scientifique et médiatique. La seconde étape définit les facteurs du système, induits par les acteurs. Pour cette étude, 153 facteurs sont retenus, répartis en six thèmes : hydraulique, énergétique, financier, socio-économique, nappe phréatique et écologique. Dans un troisième temps, la mise en réseau des facteurs permet de définir les interactions du système. Une analyse mathématique des réseaux élaborés donne un classement des facteurs. Elle distingue les facteurs actifs (facteurs qui influencent l'ensemble du système et qui en sont les leviers) des facteurs réactifs (facteurs

*The first step underlines the actors. In this study, they are divided into six groups: political, economical, social, ecological, scientific and media. The second step defines the factors induced by the actors. In this study, 153 factors were retained. They are divided into six topics: hydraulics, energy, finance, socio-economy, ground water and ecology. The third step puts the factors into a unique drawn network in order to define interactions of the system. A mathematical network analysis ranks the factors. It distinguishes active ones (factors which influence others and which are the levers) from reactive ones (factors influenced by others and which are the indicators).*

qui sont influencés par le système et qui en sont les indicateurs).

Les résultats mettent en évidence :

- les variables de taille du système (principales grandeurs qui constituent l'aménagement dont notamment la surface de la retenue, la hauteur du barrage, le débit équipé, la rivière by-pass, les contre-canaux)
- les variables de gestion du système (le débit qui sort de l'aménagement)
- les principaux indicateurs du système (indicateurs écologiques, financiers, touristiques et ceux liés aux influences sur la nappe phréatique)
- les variables de design ou de configuration du système. Celles-ci sont intrinsèquement liées aux réseaux définis à la troisième étape de la méthode.

*Results clearly show:*

- *size system variables (most important variables which design such a project, lake surface, dam height, maximum discharge, river by-pass)*
- *management system variables (outgoing flow)*
- *principal system indicators (ecological, financial and tourist factors which summarized the impacts)*
- *design or configuration system variables. These are internally included in the drawn network.*

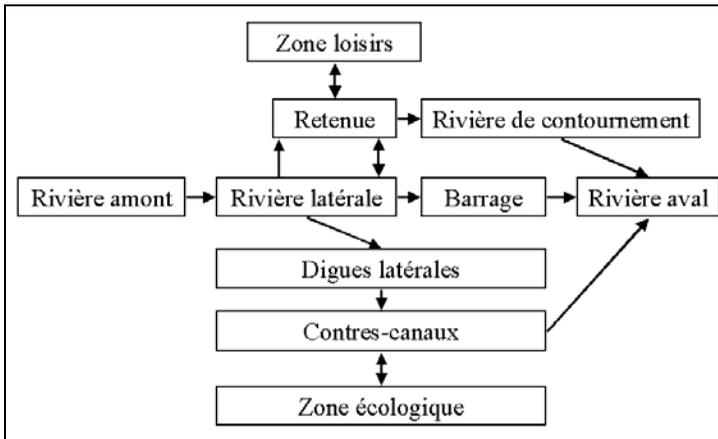


Figure 3 : Représentation modulaire de l'aménagement / Modular representation of such a river dam project

Les conclusions de l'étude montrent la nécessité de :

- élaborer une modélisation fonctionnelle du système

*The conclusions of this qualitative study define the following steps:*

- *elaboration of a physical model (dynamic model)*

- créer un outil qui prend en compte les aspects quantitatifs et qualitatifs du système
- développer une modélisation modulaire de manière à intégrer les variables de design

intégrer une optimisation multi-objective et une analyse multicritère distincte. Cette recherche s'inscrit dans le projet interdisciplinaire "Rhône-Thur" et est financée par la Commission pour l'Innovation et la Technologie (CTI), les Forces Motrices Valaisannes (FMV), l'Office Fédéral des Eaux et de la Géologie (OFEG), le Service des Forces Hydrauliques du Valais (SFH – Vs) ainsi que le Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband (SWV).

Doctorant : Philippe Heller

- *consideration of quantitative and qualitative aspects in a same model*
- *integration of configuration variables through a modular model*
- *optimization with distinct multi-objective and multi-criteria tools*

*This research project is part of interdisciplinary "Rhône-Thur" project. Commission for Technology and Innovation (CTI), Forces Motrices du Valais (FMV), Federal Office of Water and Geology (FOWG), Service des Forces Hydrauliques du Valais (SFH – Vs) and Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband (SWV) finance it.*

*Ph.D. student: Philippe Heller*

### **1.1.8 Réservoir flottant contractile pour la récupération et le stockage des nappes d'hydrocarbures / Contractile floating barriers for confinement and recuperation of oil slicks**

**Buts du travail:** La recherche sur les barrages de confinement de pétrole a indiqué que bien que des réservoirs flottants aient été employés pendant de nombreuses années pour faciliter le rétablissement de marées noires, les optimiser n'ont pas été utilisées comme dans d'autres domaines de technologie. L'exécution des réservoirs flottants est affectée par le vent, les vagues et les courants, mais l'information sur ces effets n'est que rarement publiée et elle ne permet pas le choix ou la dimension raisonnable des réservoirs flottants.

L'aspect le plus important de ce projet de recherche est de comprendre les phénomènes physiques impliqués à l'aide d'essais expérimentaux et de développer des modèles hydrauliques structuraux couplés à des barrages flottants. Il est important d'évaluer le comportement de la jupe souple sous les différentes conditions de vagues et

**Work objectives:** Background research on oil booms indicated that although booms have been used for many years to facilitate oil spill recovery, analytical techniques to optimise design and deployment have not been utilized as in other engineering fields. The performance of booms is affected by wind, waves and currents, but the information on these effects has been published scarcely and it does not permit rational selection or design of booms, or scaling up from model studies to field conditions.

The most important aspect of this research program is to understand the physical phenomena involved by the help of experimental tests and develop coupled hydraulic-structural analysis models of oil booms. It is important to evaluate the behavior of the flexible skirt under different wave and current conditions, as almost all of existing

de courants, étant donné que presque toute la recherche existante dans le domaine a été entreprise pour des barrières rigides. Pour évaluer le comportement des réservoirs flottants souples, il faudrait développer des essais expérimentaux ainsi que des modèles numériques. Les résultats peuvent être employés pour accentuer les caractéristiques des conditions critiques, optimisant la dimension du barrage flottant. Alternativement, ces résultats peuvent être employés pour le choix d'un barrage flottant adapté à une application indiquée et peuvent fournir à l'utilisateur un moyen d'évaluation pour déterminer si un certain barrage flottant peut résister aux efforts de son application prévue.

Le développement d'un modèle numérique qui a été calibré avec les résultats des essais et à un accord satisfaisant avec des résultats expérimentaux aidera à l'évaluation d'efficacité d'un système de retenue dans diverses conditions, au lieu d'utiliser les essais expérimentaux coûteux et difficiles.

Enfin, comme cas d'application, les limites d'efficacité du système Cavalli dans les vrais scénarios seront étudiées. Ce nouveau système de barrage de confinement, conçu par Cavalli (1999) pour contenir, condenser et nettoyer les déversements de fuels peut être utilisé à proximité des citernes ou des plateformes offshore. Le réservoir flottant est fait de bouées qui donnent une bonne flottabilité à la structure, faite d'une membrane très résistante à partir de Kevlar®, qui empêche le fuel de se déverser par-dessus les flotteurs. Des ballasts appropriés apportent de la rigidité au barrage résistant. Dans ce nouveau système, le fuel déversé est entouré par le réservoir l'empêchant de

*research in the field have been undertaken for rigid barriers. To assess the behavior of a flexible barrier, experimental development should be done as well as fluid-structure interaction analysis. The results can be used to highlight critical design features, thereby optimizing the oil boom design. Alternatively, these results can be used for the selection of an oil boom suited for a specified application and can provide the user with a control evaluation tool to determine whether a given oil boom design can withstand the stresses of its intended application.*

*Development of a numerical model that has been calibrated with the results of experiments and has a satisfactory agreement with experimental findings will help to evaluate the efficiency of a containment system under various conditions, instead of utilizing expensive and difficult experimental tests.*

*Finally, as an application case, the efficiency limits of the Cavalli system under real conditions will be investigated. A new anti-pollution system has been designed by Cavalli in 1999. The aim is to contain and clean up spilled oil. It can be used around or in close proximity to tankers and offshore platforms. The floating reservoir is made of several booms, which consist of float, skirt and ballast. The floats give buoyancy to a high-resistance membrane (skirt) made of Kevlar® that avoids oil spills. Appropriate ballast provides stiffness to the skirt. Once the oil is trapped by the system the reservoir can be subdivided into smaller circles, in order to increase the oil layer thickness. This improves the pumping operation by reducing the amount of water drawing up.*

*Thus the main objectives of this thesis can be summarized:*

s'étendre. Le réservoir est alors sous divisé par un cordage qui permet de barrer les couches plus profondes de fuel. Ceci améliore l'opération de pompage tout en réduisant l'aspiration de l'eau.

Les objectifs principaux de cette thèse peuvent être récapitulés:

- Évaluation du comportement d'un réservoir flottant avec une jupe souple lors de différentes conditions de vagues et de courants pour une gamme de propriété d'huile.
- Étude du problème 3D pour des configurations subdivisées.
- Recherche sur les limites d'efficacité du système Cavalli dans les vrais scénarios

Pour réaliser ces objectifs les modèles expérimentaux ainsi que les modèles numériques seront effectués.

**État de la recherche:** Cette thèse est censée être faite en utilisant trois approches: analytique, expérimentale et numérique. Le travail réalisé dans chaque partie est décrit:

**Partie analytique:** Les développements théoriques servent de base à d'autres parties et ils aident la compréhension du comportement des réservoirs flottants. Afin de relier les observations expérimentales à d'autres conditions qui pourraient être produites, il est nécessaire dans un premier temps d'identifier et de comprendre les lois naturelles qui dictent le comportement du fuel déversé. Pour l'analyse hydrostatique, une certaine base théorique préliminaire a été développée. Le comportement hydrostatique d'un barrage flottant a été étudié. D'autre part en étudiant la littérature existante et en réalisant le comportement du pétrole dans différentes conditions, le

- *Evaluation of the behavior of a flexible skirt under different wave and current conditions for a range of oil properties.*
- *Study of the 3D problem for subdivided configurations.*
- *Investigation of the efficiency limits of the Cavalli system under real life conditions*

*To achieve these objectives physical as well as numerical modeling will be performed.*

**State of research:** *This thesis is supposed to be done using three approaches: analytical, experimental and numerical ones. The achieved work in each filed is described:*

**Analytical part:** *Theoretical developments are the basis for other parts and helps well understanding the response of containment booms. In order to relate the experimental observations made within the tests to other conditions, which might be encountered, it is necessary first to identify and understand the natural laws, which dictate the behavior of an oil slick. For hydrostatic analysis some preliminary theoretical basis has been developed. The hydrostatic behavior of a floating oil containment barrier has been studied. On the other hand by studying the existing literature and realizing the oil behavior under different conditions, the framework of experimental study was designed.*

**Experimental part:** *The aim of physical modelling is to achieve an understanding of oil containment problem under various conditions and also to provide data for calibration of the numerical model. This part consists of 2D and 3D model tests. 2D tests are carrying out in a flume with 50 cm width and 80 cm height. Due to pollution risk*

cadre de l'étude expérimentale a été conçu.

**Partie expérimentale:** Le but de cette partie est de comprendre le problème de confinement du pétrole dans diverses conditions et de fournir des données pour le calage du modèle numérique. Cela consiste en des essais 2D et 3D. Les essais 2D s'effectuent dans un canal avec une largeur de 50 centimètres et une hauteur de 80 centimètres. En raison du risque de pollution, les essais sont faits en utilisant un matériel de substitution en lieu et place de vrai pétrole (Figure 1). Afin de comparer les résultats des essais et d'étudier l'effet d'une jupe souple, les essais 2D sont réalisés une fois avec une barrière rigide et une autre fois avec une jupe souple

*the tests are done using a substituted material instead of real oil (Figure 1). In order to compare the results of tests and investigate the effect of a flexible skirt, 2D tests are performed once with a rigid barrier and another time with a flexible skirt. In order to measure the velocity field in the vicinity of the barrier a system of Ultrasonic Velocity Profile measurement (UVP) is installed and provides the possibility of determination of velocity vectors in 9 points behind the barrier.*

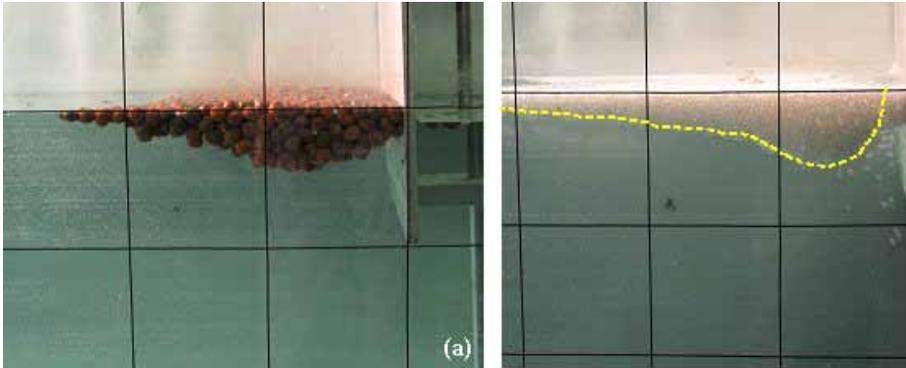


Figure 1. Essai préliminaire 2D dans un canal, le pétrole est substitué par: a) granules de LECA, b) granules de plastique / Preliminary 2D test in a flume, oil is substituted by: a) LECA granules, b) plastic granules

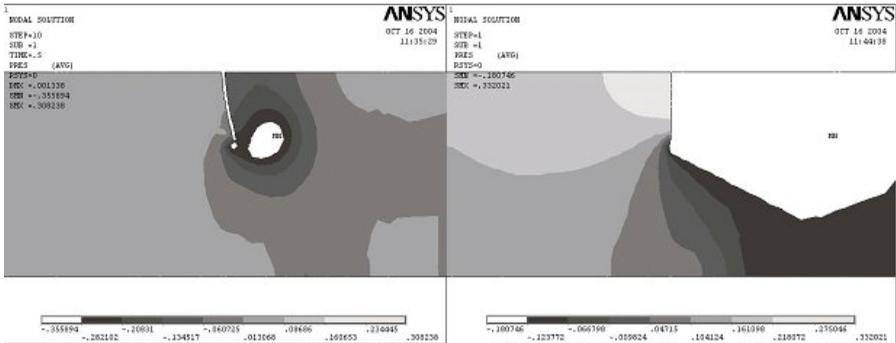


Figure 2. Champ de pression relatif à proximité de : à gauche réservoir avec une jupe souple, à droite réservoir avec une jupe rigide / *Relative pressure field in the vicinity of: left a flexible boom, right a rigid boom*

**Partie numérique:** Le phénomène de confinement du pétrole est considéré comme un problème d'interaction fluide - structure parce que les réservoirs flottants souples subissent de grandes déformations et rotations, qui résultent du changement crucial des caractéristiques d'écoulement lors du fonctionnement, comparé au réservoir flottant rigide. Le système entier se compose d'un fluide biphasique (pétrole et eau) et d'un réservoir flottant qui devrait être structurellement stable pour les charges de pression imposées par les fluides. Un modèle numérique pour simuler ce phénomène est en cours de développement en utilisant les codes d'éléments finis d'ANSYS et FLUENT avec le soutien de l'hôte académique M. Maziar Mahzari. Dans le modèle préliminaire le champ biphasé est modélisé et le champ de pression derrière une barrière rigide a été comparé à celui d'une barrière souple (Figure 2).

Doctorante : Azin Amini

**Numerical part:** Oil containment phenomenon is considered as a fluid-structure interaction problem as the boom usually undergoes large deformations and rotations, which results to significant change in the flow characteristics during operation, compared to a rigid boom. The whole system consists of a two-phase fluid (oil and water) and a boom that should be structurally stable for the pressure loads imposed by the fluids. A numerical model for simulating this phenomenon is under development using ANSYS and FLUENT finite element codes with the help of the academic guest M. Maziar Mahzari. In the preliminary model the two-phase fluid is modelled and the pressure field behind a rigid barrier was compared with that of a flexible one (Figure 2).

Ph.D. student: Azin Amini

### **1.1.9 Influence de la géométrie sur la sédimentation de la charge en suspension des réservoirs peu profonds / *Influence of reservoir geometry on the sedimentation of shallow reservoirs by suspended load***

Les réservoirs destinés à la production hydroélectrique, le stockage d'eau ou la protection contre les crues, disposés dans une rivière alluviale sont sujets à l'alluvionnement. La déposition de sédiments dans les réservoirs réduit la capacité de stockage et constitue un obstacle à l'écoulement.

Le réservoir multi usages permettra de produire de l'électricité à un prix raisonnable, de revitaliser l'environnement et de créer des zones touristiques attrayantes. Le but principal de cette recherche est la maîtrise et la compréhension des processus physiques impliqués dans la sédimentation de réservoirs peu profonds, qui se génère par les matériels suspendus et la recherche de la géométrie idéale de réservoirs, qui doit minimiser la déposition des sédiments en suspension.

L'influence de la géométrie du réservoir sera étudiée à l'aide de modèles physique et numérique d'écoulement hydrodynamique et du transport de sédiments en suspension. La simulation numérique du transport de sédiments dans les réservoirs est nécessaire afin de déterminer le modèle détaillé de l'écoulement qui inclut typiquement la séparation à l'arrivée, accompagné de circulation dans les régions de stagnation avec les dépôts de sédiments. Ceci permettra de minimiser la sédimentation du réservoir pour obtenir les conditions de flux favorables. Une deuxième partie consiste à intégrer les résultats expérimentaux dans un code numérique afin de le calibrer. Les résultats et le modèle numérique développés peuvent être

*Reservoirs for hydropower, storage or flood control, positioned in an alluvial river are subject to sediment deposition. Sediment deposition in reservoirs reduces storage capacity and poses risks of blockage of intake structures as well as sediment entrainment in hydro-power schemes. In summary, the multipurpose reservoir will allow generation of hydroelectricity at a reasonable price, revitalize the environment and create attractive tourist zones.*

*The main purpose of this research is to have a better understanding of the physical processes involved in sedimentation of shallow reservoirs by suspended materials and to investigate the ideal reservoir geometry, which should minimize the settlement of suspended sediments.*

*The influence of the reservoir geometry will be studied by physical and numerical modeling of the hydrodynamic flow and the suspended sediment transport behaviour. Numerical simulation of flow and sediment transport in reservoirs is necessary in order to determine the detailed flow pattern that typically includes separation at the inlet, accompanied by recirculation and stagnation regions with sediment deposits. This will allow minimizing sedimentation of the reservoir to obtain favourable flow conditions. A second part intends to integrate the experimental results into a numerical code for calibration. The results and the developed numerical model can be used for the development of run-of-river multipurpose schemes and will be applied as a case study*

utilisés pour le dimensionnement des réservoirs multitâches de formes géométriques différentes à proximité des rivières. L'application directe de cette étude sera faite dans le cadre du projet de la 3<sup>ème</sup> correction du Rhône.

L'étude est focalisée sur la sédimentation de réservoirs peu profonds par les sédiments en suspension et doit répondre aux questions suivantes :

- Comment fonctionne le processus de sédimentation dans les réservoirs peu profonds par la charge en suspension et quels sont les modèles numériques les plus appropriés ?
- Quelle géométrie du réservoir peu profond doit être choisie afin d'éviter la sédimentation excessive et d'assurer le volume du réservoir ?
- Quelle configuration d'entrée et de sortie est la meilleure afin de minimiser la sédimentation ?
- Comment le réservoir doit-il fonctionner afin de réduire la sédimentation et faciliter son curage ?

La réponse à ces questions sera donnée en faisant l'analyse suivante :

- La géométrie idéale pour le réservoir peu profond, qui minimise la déposition des sédiments en suspension.
- L'influence de la géométrie du réservoir sera optimisée par les modèles physique et numérique d'écoulement hydrodynamique et de transport de sédiments en suspension.

Ce projet utilise trois approches différentes en parallèle, illustrées dans la Figure 1.

*within the framework of the 3rd Rhone river training and revitalization works.*

*The study focuses on the sedimentation of shallow reservoirs by suspended sediments and should answer the following questions:*

- *How does the process of sedimentation in shallow reservoirs by suspended load function and what are the most appropriate numerical models available today?*
- *Which geometry of the shallow reservoir has to be chosen in order to avoid excessive sedimentation and to ensure sustainable reservoir volume?*
- *Which configuration of inflow and outflow is the best in view of minimizing sedimentation?*
- *How does the reservoir have to be operated in order to reduce sedimentation and to facilitate flushing?*

*The answer to these questions will be given by studying the following:*

- *The ideal geometry for the shallow reservoir, which minimizes settlement of suspended sediment.*
- *The influence of the reservoir geometry will be optimized by physical and numerical modeling of the hydrodynamic flow and the suspended sediment transport.*

*This project will be done using three different approaches in parallel, illustrated in Figure 1.*

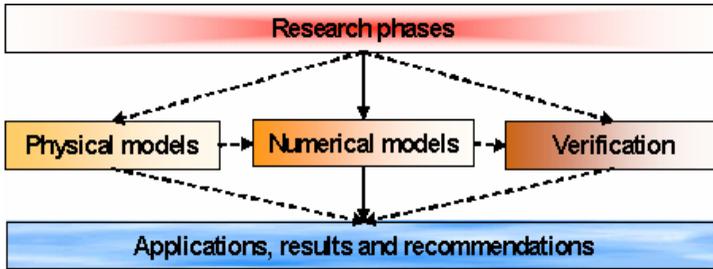


Figure 1: La Méthodologie et les différentes phases du projet / *Methodology and different phases of the project*

### Les modèles physiques

L'expérience sera exécutée dans un bassin peu profond, rectangulaire avec les dimensions intérieures de 6,0 m de long et 4,0 m de large (voir Figure 2). Le bassin sera soutenu par les poutres et couvert avec du bois, d'une épaisseur de 0,027 m. Le fond et les murs du réservoir sont en PVC d'une épaisseur de 15 mm, et d'une hauteur de 0,3 m sur les côtés. La Figure 2 montre aussi une vue schématique de l'installation expérimentale et des circuits hydrauliques. Un bassin de préparation du mélange eau - sédiments (d'une capacité maximum de 2500 litres) est placé à l'amont du bassin principal. Le réservoir sera équipé d'un mélangeur de type hélicoïdal pour créer un mélange eau - sédiments homogène. Après avoir rempli le réservoir expérimental avec de l'eau, le mélange (eau - sédiment) sera pompé ou coulera par gravité dans le bassin rectangulaire par une conduite d'une largeur de 0,30 m. Pour assurer un mélange uniforme dans le bassin de préparation et le bassin principal, la densité du mélange de sédiments et d'eau claire sera mesurée avant et pendant les expériences au moyen d'un hydromètre. Les sédiments seront ajoutés au bassin de préparation pendant les tests. L'empla-

### Physical models

The experiment will be carried out in a rectangular shallow basin with inner dimensions of 6.0 m long and 4.0 m wide as shown in Figure 2. The basin will be supported by wood girder and covered with wood plates with a thickness of 0.027 m. The bottom and the walls of the reservoir will consist of 15 mm thick PVC plates 0.3 m high on the sides. In Figure 2 a schematic view of the experimental setup and the hydraulic circuits is shown. Adjacent to the experimental reservoir, a mixing tank with a maximum capacity of 2500 liters will be used to prepare and store the sediment fluid mixture. The mixing tank will be equipped with a propeller type mixer to create a homogenous sediment concentration. After filling the experimental reservoir with the water, the mixture (water-sediment) will be pumped or flow by gravity into the rectangular basin through a 0.30 m wide feeder channel. To ensure a uniform mixture in the mixing tank and reservoir basin; the density of the sediment mixture and the clear water will be measured before and during the experiments by means of a hydrometer. Sediments will be added to the mixing tank during the tests. The location of the inlet and outlet will be easy

cement de l'arrivée et de la sortie sera facile à changer selon les cas d'études avec les différentes formes de géométrie. La géométrie des réservoirs peut être changée en mettant des plaques en PVC dans le rectangle d'origine. Le mouvement de traceurs sera filmé pour déterminer le champ de vitesses.

to change according to the studies with different shapes. Geometry of the reservoirs can be changed by putting PVC plates into the original rectangular shape. Video camera will be used for observing the flow field tracers and surface velocity.

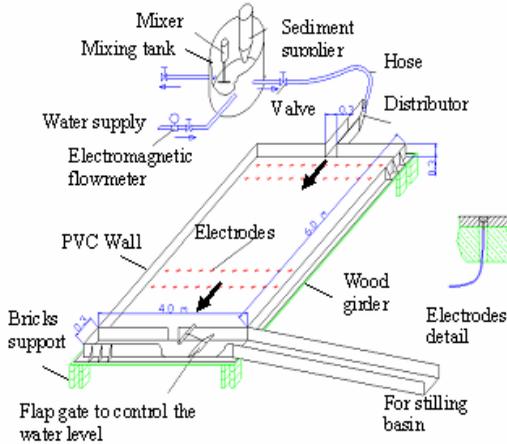


Figure 2: Vue schématique de l'installation expérimentale / Schematic view of the experimental installation

Les paramètres du modèle qui affectent la déposition de sédiments :

- Les caractéristiques des sédiments (le diamètre, la taille de grain, la forme, la densité, la distribution de taille de grain)
- La concentration en sédiments
- Les conditions d'entrée et de sortie et le débit
- La géométrie du réservoir
- La durée de l'expérience

### Les paramètres étudiés

Les paramètres suivants seront mesurés pendant les tests expérimentaux :

- Le niveau d'eau dans le réservoir
- La topographie du lit (épaisseur

Model parameters which affect the sediment deposition:

- Sediment characteristics (diameter, grain size, shape, density, grain size distribution)
- Sediment concentration
- Inflow and outflow condition and discharge
- Reservoir geometry
- Time

### Studied parameters

The following parameters will be measured during the experimental runs:

- Water level in reservoir
- Bed topography (sediment thick-

des dépôts de sédiments)

- Volume de sédiments déposés
- Débits
- Les champs de vitesses

Pour certaines géométries, des paramètres variables seront étudiés :

- le débit
- la distribution granulométrique
- la concentration en sédiments
- la durée

### **Modèles Numériques**

De nombreux modèles mathématiques ont été développés pour la simulation du comportement des sédiments.

Tous les modèles numériques de transport solide dans des cours d'eau incluent trois composants majeurs : modules hydrodynamiques, et de transport solide et fonctions spéciales. La plupart incluent l'option de choisir la formule de transport de sédiment alternatif, mais aucun ne fournit de critères pour faire cette sélection. La plupart utilisent la méthode des différences finies et simulent des écoulements non stationnaires comme une suite d'écoulements stationnaires. La plupart sont des modèles d'équilibre de transport dans lesquels le transport de sédiment est supposé atteindre les conditions d'équilibre. Certains peuvent produire des résultats assez différents, même avec des conditions initiales identiques. Tous sont fortement dépendants des données et exigent qu'elles soient suffisantes pour le calibrage et la vérification, mais celles-ci manquent souvent.

#### **Programmes 2D et 3D**

Plusieurs modèles de transport de sédiment qui peuvent être utiles pour analyser des problèmes de sédimentation associés avec des réservoirs sont

*ness layer)*

- *Volume of deposited sediments*
- *Discharge*
- *Velocities fields*

*For certain geometry, variable parameters will be studied:*

- *Discharge*
- *Grain size distribution*
- *Sediment concentration*
- *Duration*

### **Numerical models**

*Many mathematical models have been developed for simulation of sediment behaviour.*

*All computer stream sedimentation models include three major model components: water routing, sediment routing, and special function modules. Most models include the option of selecting alternative sediment transport formula, but none provide criteria for making that selection. Most models use the finite difference method and simulate unsteady flows as a series of steady flows. Most are equilibrium transport models in which sediment transport is assumed to reach equilibrium conditions during each model time step. Different models may produce significantly different results, even when run with the same set of inputs. All models are strongly data-dependent and require adequate data for calibration and verification, but in practice the field data required for this purpose are often lacking.*

#### *2D and 3D programs*

*Several sediment transport models that may be useful for analyzing sedimentation issues associated with reservoirs are as follows:*

1. *DELFT3D*, 2. *MIKE21C*, 3. *TRIM-2D*, 4. *TELEMAC2D*, 5. *MOBED2*, 6.

analysés comme:

1. DELFT3D, 2. MIKE21C, 3. TRIM-2D, 4. TELEMAC2D, 5. MOBED2, 6. CCHE, 7. SSIIM

Doctorant : Sameh Kantoush

CCHE, 7. SSIIM

Ph.D. student: Sameh Kantoush

**1.1.10 Recherche expérimentale sur l'écoulement principal, les courants secondaires et sur la turbulence dans les canaux à ciel ouvert en courbes avec un accent mis sur l'interaction du courant avec la géométrie de la rive extérieure / *An experimental study on main flow, secondary flow and turbulence in open-channel bends with emphasis on their interaction with the outer-bank geometry***

La tendance actuelle est de transférer les canaux droits en canaux effectuant de légers méandres et de les renaturer en leur laissant une place suffisante dans leur plaine alluviale pour serpenter librement. Ceci est reconnu pour être un riche biotope et un facteur important pour la protection contre les crues par pouvoir tampon. Les rives extérieures dans les courbes sont les plus vulnérables à l'érosion, ce qui peut conduire aux ruptures des rives et à des dévastations conséquentes ainsi qu'à des déplacements de rivières. À ce jour, il n'existe pas d'outils fiables pour le dimensionnement de projet de renaturation de rivières qui intègre la protection des rives. Ceci est dû à l'insuffisance de compréhension des processus physiques.

Cette recherche se concentre à comprendre le phénomène physique approprié dans les courbes. Ce qui signifie à expérimenter (donc à trouver l'interaction) entre l'écoulement principal et secondaire et la turbulence sur les canaux à ciel ouvert en courbes à fort rayon de courbure (193°) sous différentes conditions hydraulique et géométrique. L'ensemble des données existantes doit être complété avec de nouvelles expériences avec différentes configurations des rives, principale-

*The present tendency is to transfer straight channels into smoothly meandering channels and rivers are rehabilitated by giving them some controlled freedom in their alluvial plane, which is recognized as a rich biotope and an important factor in flood defense systems by providing buffer capacity. Outer banks in bends are most vulnerable to erosion, which can lead to bank failure, subsequent devastating inundations and river dispersement migration. To date, no reliable engineering tools are available for the design of river rehabilitation projects and environmentally integrated bank protection schemes, which is due to the insufficient understanding of the relevant physical processes.*

*This research is focused on understanding the relevant physical processes in bends. It investigates experimentally main flow, secondary flow and turbulence in sharp open-channel bends under different hydraulic and geometric conditions. It extends previous research on the subject by investigating different bank configurations, mainly varying the inclination and the roughness of the outer bank.*

*This year, further analysis on the available datasets will be done,*

ment en changeant l'inclinaison et la rugosité de la rive extérieure.

Cette année davantage d'analyses sur l'ensemble de données disponibles vont être effectuées, en se concentrant de ce fait sur les caractéristiques de l'écoulement et de la turbulence près de la rive externe et en analysant leur relation avec les procédés d'érosion des rives.

*thereby focusing on the flow and turbulence characteristics near the outer bank and their relation to the bank erosion processes.*



Figure 1 : *Acoustic Doppler Velocity Profiler(ADVP)*

Pour les mesures, un *Acoustic Doppler Velocity Profiler* est utilisé. Il a été développé à l'EPFL et permet de mesurer les trois composantes des vitesses moyennes (en 3D) et tous les six tensions de Reynolds.

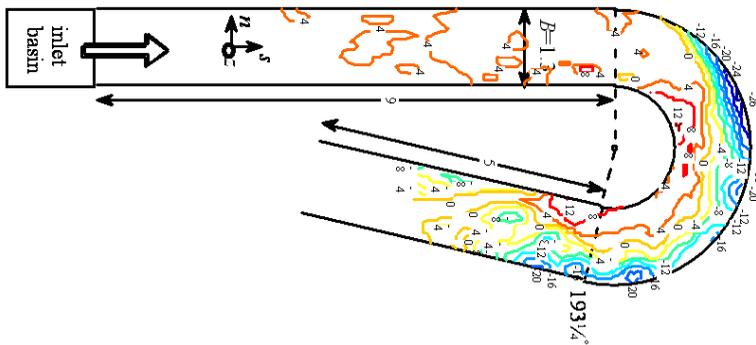
Il mesure simultanément les profils de vitesses quasi-instantanées dans les quatre directions sur toute la colonne d'eau. Ceci permet de calculer le vecteur moyen de vitesse  $\bar{v}(v_s, v_n, v_z)$ , le vecteur de fluctuation de vitesse  $\bar{v}'(v'_s, v'_n, v'_z)$ , toutes les tensions de Reynolds  $\overline{v'_j v'_k}$  et toutes les corrélations turbulentes  $\overline{v_j^a v_k^b}$  ( $j, k = s, n, z$  et  $a, b$  nombre entier). L'ADVP a été décrit en détail dans la littérature. L'ADVP a d'importants avantages supplémentaires sur le long d'une

*Flow measurements are carried out by means of an Acoustic Doppler Velocity Profiler developed at EPFL (fig 1) which allows measuring the three mean velocity components (in 3D) and all six Reynolds stress components. It measures simultaneously profiles of the quasi-instantaneous velocity in four directions along an entire water column. This enables to compute the mean velocity vector  $\bar{v}(v_s, v_n, v_z)$  the fluctuating velocity vector  $\bar{v}'(v'_s, v'_n, v'_z)$ , all Reynolds stresses  $\overline{v'_j v'_k}$  and all higher-order turbulent correlations  $\overline{v_j^a v_k^b}$  ( $j, k = s, n, z$  and  $a, b$  integer). The ADVP has been reported in detail in literature. It has important advantages over most commercially available velocimeters.*

colonne entière d'eau sur les instruments de mesure de vitesse disponibles dans le commerce.

Les premières mesures effectuées cette année avec l'ADVP étaient dans le canal schématisé en figure 2 sur lit mobile immobilisé quand les dunes étaient en régime stable. L'année prochaine, la recherche se concentrera sur le traitement plus étendu de mesures et de données, y compris sur les données fournies par les expériences précédentes avec un lit plat fixe.

*The flume is presently being prepared for the experiments with different outer bank configurations over a horizontal bed topography.(fig 3). Experimental conditions are similar to previous experiments with smooth vertical outer bank over a horizontal bed:*



*Figure 2: Experimental flumes, with main results of erosion with a mobile bed. The yellow lines show that there is no erosion. The blues lines are the biggest erosion.*

Cette recherche contribue à améliorer la matière sur les fleuves à méandres, les modèles d'écoulement 3D et la turbulence, commencée en 1997 et qui a depuis été prolongée et enrichie. La circulation secondaire, les écoulements turbulents en courbe et l'érosion des rives sont connus pour être des processus mal compris.

En conclusion, il est prévu d'élaborer des outils plus fiables pour les ingénieurs et d'effectuer des recommandations pour protéger les rives contre l'érosion.

Doctorante: Mathilde Mayaud

*This research contributes to the topic of meandering rivers and 3D patterns of flow and turbulence, which started in 1997 and has ever since then been extended and enlarged.*

*Deliveries of this fundamental research should be more reliable engineering tools and recommendation for protecting banks against erosion with environmentally integrated bank protection schemes.*

*Ph.D. student: Mathilde Mayaud*

Inclination →	30°	45°	90°
Roughness ↓			
Smooth			OK
$k_s = 0.6 \text{ cm} = \text{sable en r�alit�e } (=3*d_{50})$			
$k_s = 3 \text{ cm} = \text{rip rap en r�alit�e } (=H/5)$			

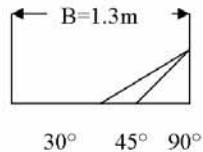


Figure 3: Prochaine étape du projet / *Next step of the project*

### 1.1.11 Diagnostic  comorphologique des rives lacustres

De juin   novembre 2004, le LCH a été chargé de la gestion environnementale du projet EROSEE (KTI 5700.1 UTS) processus d'érosion et de stabilité des rives lacustres.

Le but de ce travail était d'étudier les bases environnementales du projet et de créer des mesures adaptées afin de mieux préserver écologiquement les rives lacustres. Actuellement, la politique environnementale est de créer des outils de gestion afin de disposer les mesures adéquates et de mieux identifier les impacts sur le terrain, dans l'optique d'une intervention adaptée aux besoins. Il a été décidé de créer différents outils, afin d'atteindre ces objectifs.

Un de ces outils a pour public cible les professionnels. Il se veut manipulable et pratique d'utilisation. Il peut totalement se dissocier du reste du travail et s'utiliser seul. Cette méthodologie est divisée en 5 phases, chaque phases ayant des objectifs et des lieux d'étude distincts :

- La première phase intitulée PREPARATION est une sensibilisation à la thématique des rives lacustres. Son objectif est simplement de se familiariser avec la méthode, de prendre connaissance des différents critères d'évaluation et des définitions
- La deuxième intitulée EVALUATION est la définition de l'état de référence, définie comme l'état le plus naturel possible
- La troisième phase IDENTIFICATION est l'établissement de l'état actuel de la rive : le projeteur se rend sur place et effectue, in situ d'après les critères descriptifs, un bilan de la zone. La rive est divisée en trois milieux distincts : la rive terrestre, le milieu de transition, la beine. Chaque milieu a sa fiche avec ses critères spécifiques
- La quatrième phase RECAPITULATION est l'établissement du diagnostic : les critères évaluatifs sont regroupés dans une fiche bilan afin d'établir le potentiel de la rive.

Diagnostic	Potentiel	Définition
Très dégradé	4	Le potentiel se définit comme la différence entre l'état actuel et son état de référence.
Mauvais	3	Un milieu peut montrer une faible qualité écologique intrinsèque, mais avoir néanmoins un fort potentiel pour se restaurer vers un milieu naturel
Moyen	2	
Bon	1	
Excellent	0	

- La cinquième : RECOMMANDATION vise à établir à l'aide du potentiel des recommandations adaptées à chaque site.

Deux exemples sont donnés pour illustrer le résultat de la méthode.



Figure 3 : rive lacustre à Nidau le 26.10.04, lac de Bienne

Figure 3	Milieu 1	Milieu 2	Milieu 3
Potentiel	3.5	4	2
commentaires	Milieu fortement perturbé, grande pression anthropique	Milieu inexistant, complètement imperméable, il n'existe plus de fonctionnalités écologiques	Perturbé, l'équilibre est rompu.
recommandations	La sectorisation des rives, sacrifiées des parties pour le tourisme ou les loisirs est une solution afin de mieux préserver d'autres zones. Cette rive n'assure plus aucune fonctionnalité biologique. Le mieux est de la laisser en zone loisir, et de privilégier d'autres rives qui auraient un meilleur potentiel.		



Figure 4 : rives lacustres Ispach, 2004, lac de Biene

Figure 4	Milieu 1	Milieu 2	Milieu 3
Potentiel	0.5	0	0 a1
commentaires	Milieu très bon	Excellent milieu de transition	milieu excellent à bon
recommandations	Cette rive doit être protégée, car l'équilibre doit être maintenu, sa fonctionnalité est importante. Une préservation du territoire existante devra être maintenue et renforcée.		

Patricia Hugonin, Stagiaire

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

### 1.2.1 Etude des écoulements sous le pont de l'Arve / *Study of the flow conditions under the Arve bridge*

La liaison ferroviaire projetée à Genève entre la Praille et Annemasse franchit l'Arve par un pont. L'axe de franchissement coupe le cours d'eau au point de courbure maximum d'un méandre à 90 degrés.

Compte tenu du tracé de la voie, des obstacles à franchir et des pentes longitudinales admissibles, la traversée de l'Arve introduit une contrainte importante en relation avec le gabarit d'espace libre à respecter sous le pont. Il s'agit en l'occurrence d'éviter la création d'une situation problématique en cas de crue, en regard des niveaux d'eau atteints et du transport de corps flottants.

Pour examiner ce problème, la Direction de projet du raccordement ferroviaire CEVA a sollicité le concours du Laboratoire de Constructions Hydrauliques de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (LCH-EPFL) et du bureau d'études en environnement ECOSCAN, membre du groupement CATECO.

Les travaux prévus s'articulent en 7 points concernant :

- a) la collecte des données relatives à:
- la géométrie de l'Arve sur le tronçon compris entre la confluence avec le Rhône et la station OFEG du "Bout du Monde" (profils en travers de différentes époques);
  - le tracé du pont projeté;
  - les débits de crues mesurés à la station SHGN du Bout du Monde;
  - la relation "Niveau-Débit de

*The railway project in Geneva between La Praille and Annemasse crosses the Arve River over a bridge. The axis of crossing cuts the river at the maximum curve point of a 90° meander.*

*Taking into account the layout of the system, obstacles to be crossed and acceptable slopes, the crossing of the Arve River by a bridge introduces an important number of limiting factors according to the free space under the bridge. In fact, it is a question of avoiding the creation of a problematic situation in the event of flood, compared to the water levels and the transport of floating debris.*

*To examine this problem, the Management of the railway connection project CEVA has requested the help of the Laboratory of Hydraulic Constructions of the Federal Institute of Technology Lausanne (LCH-EPFL) and the engineering and design department in environment ECOSCAN, member of the group CATECO.*

*This study is summarized in 7 points concerning:*

- a) *Basic data in relation with:*
- *Geometry of Arve river between the junction with the Rhone river and the OFEG station of the "End of the World" (cross sections of different time periods);*
  - *The layout of the designed bridge;*
  - *Flood discharges at the SHGN station of the "End of the World";*
  - *Relation of discharge with water*

l'Arve" à la station SHGN du Bout du Monde,

- la relation "Niveau-Débit de l'Arve" à la Jonction, conforme à la réglementation actuelle;
- la granulométrie du lit de l'Arve;
- si possible, les relevés de crues lors d'événements historiques.

b) l'étude hydrologique définissant les débits de pointe pour différentes périodes de retour, en particulier centennale, bi centennale et millénaire;

c) la construction et le calage d'un modèle numérique 1D sur le tronçon entre la Jonction et le pont de Vessy;

d) la simulation numérique 1D de l'écoulement dans l'Arve pour différents débits et établissement de la relation "Niveau-Débit" des différentes sections, en particulier au passage du pont;

e) l'analyse des limites de débordement et la définition des limites d'inondation pour différentes périodes de retour, établissement de la carte des dangers;

f) le calcul du balancement en courbe dans le méandre du pont et l'évaluation quantitative des niveaux à respecter pour la limite inférieure du tablier;

g) l'évaluation quantitative de l'érosion en courbe dans la zone du pont.

Les profils de l'Arve concernent le tronçon de 4.8 km entre la Jonction et le pont de Vessy. Après digitalisation, les 126 profils disponibles ont pu être introduits dans le modèle numérique de calcul hydraulique, dont le profil en long du talweg et des rives est représenté sur la Figure 1. Les symboles utilisés pour marquer la position des ponts

*surface elevation at the SHGN station of the "End of the World";*

- *Relation of discharge with water surface elevation at "la Jonction", in conformity with the current regulation;*
- *The granulometry of the Arve river bed;*
- *If possible, observed values of floods at the time of historical events.*

*b) Hydrological study defining the peak discharges for various return periods specially 100, 200 and 1000 years;*

*c) The construction and calibration of a numerical 1D model for the sections between "la Jonction" and the bridge of Vessy;*

*d) The numerical 1D simulation of the flow of the Arve river for various flow discharges and establishment of the relation "discharge - water surface elevation" for different sections, especially for the bridge section;*

*e) Analysis of the limits of overflow and the definition of flood limits for different return periods, establishment of the hazard maps;*

*f) Calculation of super elevation of water surface in the meandering curve of the bridge and evaluation of the levels to be considered for the lower limit of the bridge apron;*

*g) Evaluation of erosion problem in the curvature zone of the bridge.*

*The cross sections of the Arve River concern the 4.8 km of river between "la Jonction" and the bridge of Vessy. After digitalization, the 126 profiles available could be introduced into the hydraulic calculation numerical model. The longitudinal profile of the thalweg and the riverbanks are represented in Figure 1. The symbols used to mark the position*

coïncident avec l'altitude inférieure du tablier.

*of the bridges coincide with the lower altitude of the apron.*

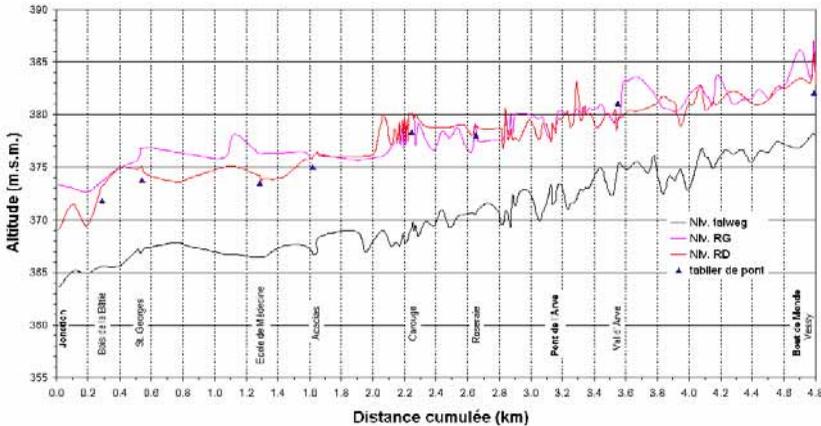


Figure 1: Profil en long de l'Arve entre le pont de Vessy et la Jonction / *Longitudinal Profile of the Arve river between the bridge of Vessy and "la Jonction"*

La modélisation numérique des écoulements a été réalisée à l'aide du modèle HEC-RAS pour calculer les lignes d'eau sur le tronçon de l'Arve.

*The numerical modeling of the flows was carried out using HEC-RAS to calculate the water surface elevation for the different sections of the Arve River.*

S'agissant d'une modélisation 1D dans le sens de l'écoulement, les résultats attendus concernent essentiellement la ligne d'eau et les vitesses moyennes dans la géométrie reproduite sur la base des levés topographiques disponibles.

*This model is 1D in the main flow direction of the river and it calculates parameters like water surface profiles and mean velocities for different geometries of river cross sections according to the available topography.*

Les profils en travers digitalisés ont été introduits dans le modèle numérique HEC-RAS avec le kilométrage du profil en long à partir de la confluence avec le Rhône. Les ponts existants sur le tracé ont également été modélisés.

*The cross sections of the river are introduced in the HEC-RAS model according to the mileage of the longitudinal profile from the junction with the Rhone River downstream. The existing bridges on the layout were also modeled.*

Le calage du modèle numérique a été réalisé par ajustement des coefficients de rugosité du lit mineur et des rives, jusqu'à l'obtention des niveaux jaugés à la station limnimétrique du "Bout du Monde".

*The calibration of the hydraulic model was performed by adjustment of the coefficients of roughness for the riverbed and over banks, until obtaining the water levels that were measured at the limnimetric station of the "End of the World".*

Après étalonnage, le modèle a été utilisé pour calculer les lignes d'eau de

l'Arve pour les débits correspondant à des périodes de retour comprises entre 2 ans et environ EHQ.

Les résultats de calcul mettent en évidence que l'implantation du pont CEVA se situe dans un méandre de l'Arve. Les écoulements à cet endroit se caractérisent par un balancement du plan d'eau, provoquant une surélévation à l'extérieur et un abaissement à l'intérieur de la courbe. Ces résultats obtenus sont présentés dans le Tableau 1 et graphiquement sur la Figure 2.

*After calibration, the model was used to calculate the water levels of the Arve for the flows corresponding to return periods ranging between 2 years and approximately EHQ.*

*The computation results show that the construction of the CEVA bridge can be in a meander of the Arve river. The flows at this point are characterized by a super elevation of the water level, causing a heightening at external and lowering at internal parts of the curvature. These results are shown in Table 1 and graphically in Figure 2.*

Période de retour	Débit	Vitesse moyenne	Niv. d'eau moyen	Balancement	Niv. d'eau intérieur moyen	Niv. d'eau extérieur moyen
[ans]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m.s.m.]	[m]	[m]	[m]
2	492	2.4	377.09	0.4	377.27	376.91
5	597	2.6	377.45	0.4	377.66	377.24
10	657	2.7	377.64	0.5	377.87	377.41
20	710	2.8	377.8	0.5	378.04	377.56
50	773	3.0	377.91	0.6	378.19	377.63
100	817	3.0	378.04	0.9	378.47	377.61
200	858	3.0	378.18	0.9	378.61	377.75
100 <sup>sup</sup>	886	3.0	378.27	0.9	378.71	377.83
1000	937	3.1	378.41	0.9	378.84	377.98
1000 <sup>sup</sup>	1036	3.2	378.68	0.9	379.14	378.22

Tableau 1: Niveaux d'eau calculés sous le pont de l'Arve compte-tenu du balancement en courbe / *Water levels calculated under the bridge of the Arve river taking into account super elevation in curves*

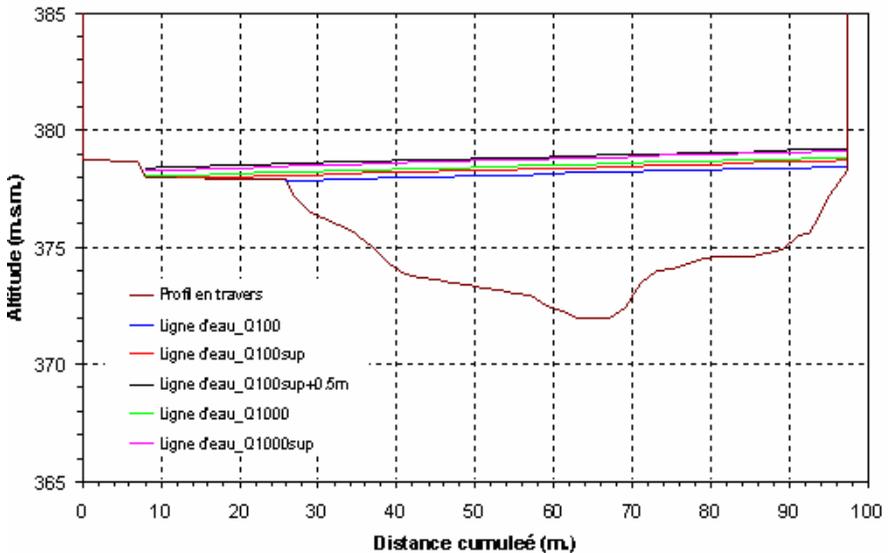


Figure 2: Niveaux d'eau sous le pont de l'Arve pour Q100, Q100sup, Q100sup + 0.5m, Q1000 et Q1000sup / Water levels under the bridge of the Arve river for Q100, Q100sup, Q100sup + 0.5m, Q1000 and Q1000sup

L'analyse de la situation actuelle est basée sur un objectif de protection associant la limite des dommages au débit centennal Q100 à la limite supérieure de l'intervalle de confiance à 90% avec un tirant d'air moyen de 50 cm et la limite des dangers à la crue exceptionnelle EHQ définie comme Q1000 à la limite supérieure de l'intervalle de confiance à 90%. Les résultats obtenus permettront de fixer les niveaux du tablier inférieur du pont à respecter pour la sécurité de l'ouvrage.

Les lignes d'eau et vitesses calculées dans l'Arve pour une gamme de débits jusqu'à 1036 m<sup>3</sup>/s seront utiles au bureau ECOSCAN pour établir la carte de danger liée aux crues.

Afin de s'assurer que des variations du lit de l'Arve ne puissent influencer significativement les lignes d'eau au

*The analysis of the current situation is based on an objective of protection associating the limit of the damage of discharge Q100 in the lower limit of the confidence interval at 90% with an average freeboard of 50 cm and the limit of the dangers at exceptional flow EHQ defined like Q1000 in the upper limit of the confidence interval at 90%. These results will allow determining the levels of the lower apron of the bridge considering the safety of river.*

*The water levels and velocities which are calculated in the Arve river sections for a range of discharges up to 1036 m<sup>3</sup>/s, will be useful for ECOSCAN offices to establish the hazard map related to the different floods.*

*In order to make sure that the variations of the bed of the Arve cannot significantly influence the water levels at the bridge section of the river, com-*

passage du nouveau pont, des levés complémentaires ont été réalisés en 2004 dans cette zone. Les calculs hydrauliques effectués avec la nouvelle géométrie mettent en évidence un léger abaissement de niveau qui reste toutefois dans la marge d'incertitude consécutive aux variations d'un lit mobile.

Les différentes considérations issues de cette étude préliminaire constituent une base de décision pour la définition du gabarit à respecter pour la réalisation du nouveau pont sur l'Arve de la ligne CEVA.

Etude confiée par la Direction de projet du raccordement ferroviaire CEVA (CFF)

Ingénieur de projet : Mohammadreza Andaroodi

*plementary surveys were carried out in 2004 in the curved zone. The hydraulic calculations carried out with the new geometry show a small lowering of the water levels which remain however in a range of uncertainty consecutive to the variations of a mobile bed.*

*The various considerations resulting from this preliminary study constitute a base of decision for the definition and realization of the new bridge on Arve for CEVA.*

*Study entrusted by the Management of the railway connection project CEVA (Swiss Federal railway company)*

*Project engineer: Mohammadreza Andaroodi*

### **1.2.2 Réhabilitation du barrage de la Maigrauge. Revitalisation partielle de la rive droite de la Sarine / Rehabilitation of the Maigrauge Dam. Partial revitalisation of the right bank of the Sarine River**

Dans le cadre des mesures compensatoires des travaux de réhabilitation du barrage de la Maigrauge à Fribourg, les Entreprises électriques fribourgeoises (EEF) se sont engagées à étudier et réaliser un projet de revitalisation de la berge de la Sarine située en face à l'évacuateur de crue implanté en rive gauche.

Cette berge est protégée sur 140 m environ par un mur vertical prolongé d'un radier oblique en béton pour prévenir tout risque d'érosion en situation de crue. Cet ouvrage soutient la route d'accès à l'usine et la passerelle qui franchit la Sarine à cet endroit. Il s'est imposé au vu des dégâts importants causés par les lâchers de l'évacuateur de crues au cours des années. Compte tenu des sollicitations auxquelles elle est soumise, cette

*In the frame of the compensatory measures of the rehabilitation works of the Maigrauge dam in Fribourg, the EEF (Fribourg Electrical Company) have committed themselves in studying and undertaking a revitalisation project of the Sarine River banks situated opposite the spillway located on the left bank.*

*This bank is protected on about 140 m by a vertical wall prolonged by an inclined concrete slab meant to prevent any risk of erosion during floods. This bank protection supports the access road to the power plant and the foot-bridge which crosses the Sarine River at that spot. It became a must seeing the important damage caused during the functioning of the spillway over the years. Due to the sollicitations to which it is subject, this protection requires an*

protection requiert une composante minérale importante où l'alliance avec le végétal est problématique. Ces différentes raisons orientent à trouver des solutions qui s'apparentent plutôt à un traitement paysager qu'à une véritable revitalisation.

Une étude sur la renaturation de la Sarine, effectuée à la demande des EEF, présente différentes solutions pour la couverture du radier en béton, entre autres par un matelas de gabions partiellement remplis de terre. La pérennité des solutions proposées n'étant pas garantie par les projeteurs, les EEF ont sollicité un avis d'expert sur ce projet.

Après examen des conditions hydrologiques du site et de sécurité des ouvrages, les configurations d'écoulement à l'aval de l'évacuateur ont été analysées. Les informations utilisées sont principalement issues des résultats de mesures et d'observations faites lors des essais sur modèle réalisés entre 1994 et 1998 au Laboratoire de constructions hydrauliques de l'EPFL. Les diverses propositions d'aménagement paysager de cette rive ont ensuite été examinées dans la perspective de leur pérennité face aux sollicitations dynamiques de l'écoulement.

L'importance des sollicitations hydrauliques permet de conclure qu'une stabilisation végétale de la rive droite en face de l'évacuateur de crue ne peut raisonnablement être envisagée. La protection en béton actuelle devrait être conservée et la revalorisation écologique à cet endroit sera par conséquent de nature paysagère. Parmi les différentes variantes d'aménagement proposées, celles offrant l'avantage de ne pas prêter la fonction protectrice du radier tout en favorisant le développe-

*important mineral composition where the unification with the vegetation protection is problematic. These different reasons lead in finding a solution which tends towards a landscape modelling rather than a real rehabilitation.*

*A study on the landscape renaturation of the Sarine River done upon request of EEF, presents various solutions for the covering of the concrete slab, notably with a wire mesh cage mattress partially filled with soil. The resistance to the flow of the solutions proposed having not being guaranteed by the planners, the EEF have requested the advice of experts in this field.*

*After examination of the hydrological conditions of the site and the security of the works, the upstream flow configurations of the spillway have been analysed. The information used comes principally from measurement taken and observation results between 1994 and 1998 at the Laboratory of hydraulic constructions of the EPFL. The various propositions of landscape design of this bank have then been examined in the perspective of their resistance facing dynamic flow impact.*

*The importance of hydraulic sollicitations allows concluding that a stabilisation by plants of the right bank facing the flood spillway cannot reasonably be considered. The current concrete protection should be maintained and the ecological revalorisation at that location should consequently be of a landscape type. Amongst the different types of landscape planning proposed, those offering the advantage of not leaving apart the function of the concrete slab as a protection while favouring the development of the vegetation have been preferred. The connecting areas between the concrete*

ment d'une végétation paysagère ont été préférées. Les zones de raccordement entre la partie de berge bétonnée et les secteurs amont et aval nécessiteront un aménagement particulier de transition pour éviter l'apparition de points durs, source habituelle d'érosion.

Etude confiée par les Entreprises électriques fribourgeoises

Expert : Dr Jean-Louis Boillat

### **1.2.3 Modèle 1D du Rhône de Gletsch au Léman au format HEC-RAS / *HEC-RAS model of the Rhone River from Gletsch to Lake Geneva***

À la suite des crues de 1987, 1993 et 2000, le canton du Valais prend conscience des déficits de l'aménagement actuel du Rhône et décide d'aller en avant avec la 3ème correction du Rhône entre Martigny et Brigue. Le projet s'étendra à terme pour couvrir le tracé complet jusqu'au Léman. Un des objectifs de la correction du cours d'eau est d'optimiser sa capacité hydraulique.

Lors d'études déjà effectuées, les responsables ont remarqué la difficulté de travailler avec les données existantes sur le Rhône, notamment en ce qui concerne la disponibilité et la numérotation des profils en travers du cours d'eau.

Dans ce contexte, le LCH a été mandaté en novembre 2001 pour effectuer la récolte de toutes les informations disponibles et nécessaires à la réalisation d'une base de données géoréférencées du Rhône et construire un modèle numérique 1D unique, depuis son embouchure dans le Léman jusqu'à Brigue d'une longueur d'environ 118 km. Sur mandat du Service des routes et des cours d'eau (SRCE) valaisan de septembre 2003, le modèle a été complété, examiné et corrigé sur

*banks and the sectors upstream and downstream will need a special transition layout to avoid hard spots, common erosion sources.*

*Study entrusted by EEF, Fribourg*

*Expert : Dr. Jean-Louis Boillat*

*Following the floods of 1987, 1993 and 2000, the canton of Valais became aware of the deficiencies of the present protection measures of the Rhone River and decided to go ahead with the 3rd Rhone correction between Martigny and Brig. The project will later be extended to cover the complete river down to Lake Geneva. One of the objectives of the correction of the river is to optimise its hydraulic capacity.*

*During past studies, the authorities noticed the difficulty in working with the existing Rhone River data, particularly with regards to the availability and the identification of the river cross sections.*

*In this context, in November 2001, the LCH was mandated to collect all available geometrical data and to prepare a geo-referenced database necessary to build a single digital 1D model of the Rhone River from Lake Geneva to Brig with a length of some 118 km. In November 2003, the "Service des routes et des cours d'eau" of the Canton of Valais gave the mandate to complete, examine and extend the model on the whole Rhone River from its source at the Rhone Glacier down to Lake Geneva. The overall model (Figure 1) with a length of some 165*

toute sa longueur existante et prolongé ensuite jusqu'à la source au pied du glacier du Rhône à Gletsch. Le modèle étendu (Figure 1) d'une longueur d'environ 165 km comporte plus 1400 profils en travers.

km is composed of more than 1400 cross sections.

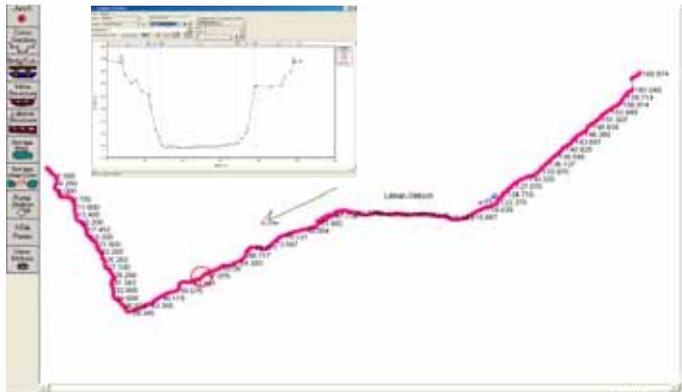


Figure 1 : Vue en plan et un profil en travers du Rhône dans le modèle HEC-RAS / *Overview and cross section of the Rhone River in the HEC-RAS model*

Afin de compléter le modèle du Rhône, les barrages des aménagements au fil de l'eau de Lavey et de la Souste ont été introduits, avec possibilité de réglage des vannes pour contrôler le niveau d'eau amont et la dérivation des débits à la prise d'eau et le rendu à l'aval des usines. De plus tous les ponts et seuils sont désormais modélisés.

En ce qui concerne l'hydrologie, les valeurs et les emplacements de changement de débit aux affluents a été affinés pour tenir compte de la crue d'octobre 2000 et des débits de projet. Les valeurs mesurées aux stations de mesures de Reckingen et de Gletsch, ainsi que l'accroissement de la surface du bassin versant à chaque affluent principal a permis d'étendre l'hydrologie sur tout le Rhône, de sa source au Léman.

La modélisation de la rugosité du lit du Rhône a également été perfectionnée,

*In order to complete the Rhone model, the two run-of-the-river hydropower schemes of Lavey and Susten have been introduced with the possibility to control the upstream water level through the regulation of the gates and to simulate the derivation of water from the power intake to downstream of the powerhouse. In addition, all bridges and weirs in the river exist in the model.*

*In the hydrologic part of the model, the values and position of changes in discharge at all major tributaries have been updated and enhanced taking into account the October 2000 flood and the values of the project flood discharges. The measurements at the official gauging station of Reckingen and Gletsch as well as the increase of the surface of the catchment areas at all major tributaries allow extending the hydrology over the full Rhone River from its source to Lake Geneva.*

tenant compte dès lors d'une division en rugosité individuelle de chaque profil en travers en 5 parties, soient 2 parties pour le lit majeur rive gauche et droite, 2 parties pour les berges et 1 partie pour le fond de la rivière (Figure 1), remplaçant le modèle à rugosité équivalente composée des berges et du fond. Le nouveau modèle fait actuellement objet d'un calage sur les traces de la crue d'octobre 2000.

Le travail sera par la suite complété par une documentation photographique ainsi que l'implémentation dans la base de donnée base de données ArcView® existante avec les données du nouveau tronçon à l'amont de Brigue.

Etude confiée par le Service des routes et des cours d'eau (SRCE) du canton du Valais, Sion

Ingénieurs de projet: Marcelo Leite Ribeiro, Dr Giovanni De Cesare

#### **1.2.4 Influence de la gravière de Rarogne sur le Rhône / Influence of the the Rarogne quarry on the Rhone River**

L'exploitation de la gravière de Rarogne sur le Rhône valaisan a fait l'objet d'une étude détaillée dont les résultats sont applicables de manière plus large au projet de la 3ème correction du Rhône en amont du Léman. Le phénomène de la migration des fosses de dragage a été étudié tout d'abord expérimentalement sur un modèle physique à l'échelle 1/45. Trois séries d'essais à lit mobile, avec différents débits et configurations de la fosse, ont permis de visualiser et de quantifier le comportement précité (Figure 1).

*The roughness model of the river bed has furthermore been enhanced taking into account a 5 segment division of the cross section with the left and right flood plain, both river banks and the river bed itself (Figure 1), substituting the equivalent roughness model composed of river bed and bank. The new model is currently undergoing calibration with existing observed flood marks of the October 2000 flood.*

*Moreover the existing ArcView® database will be finalized and the photographic documentation extended to the new river reach upstream of Brig.*

*Study entrusted by the "Service des routes et des cours d'eau" of the Canton of Valais, Sion*

*Project engineers: Marcelo Leite Ribeiro, Dr. Giovanni De Cesare*

*As part of the project of the third correction of the Rhone River in Canton of Valais in Switzerland, the effect of gravel extraction from the riverbed in the Rarogne Region was studied. A 1:45 scale physical model with mobile bed was constructed and three series of experimental tests were conducted in order to investigate downstream erosion and changes in sediment transport due to the dredging pit. (Figure 1).*

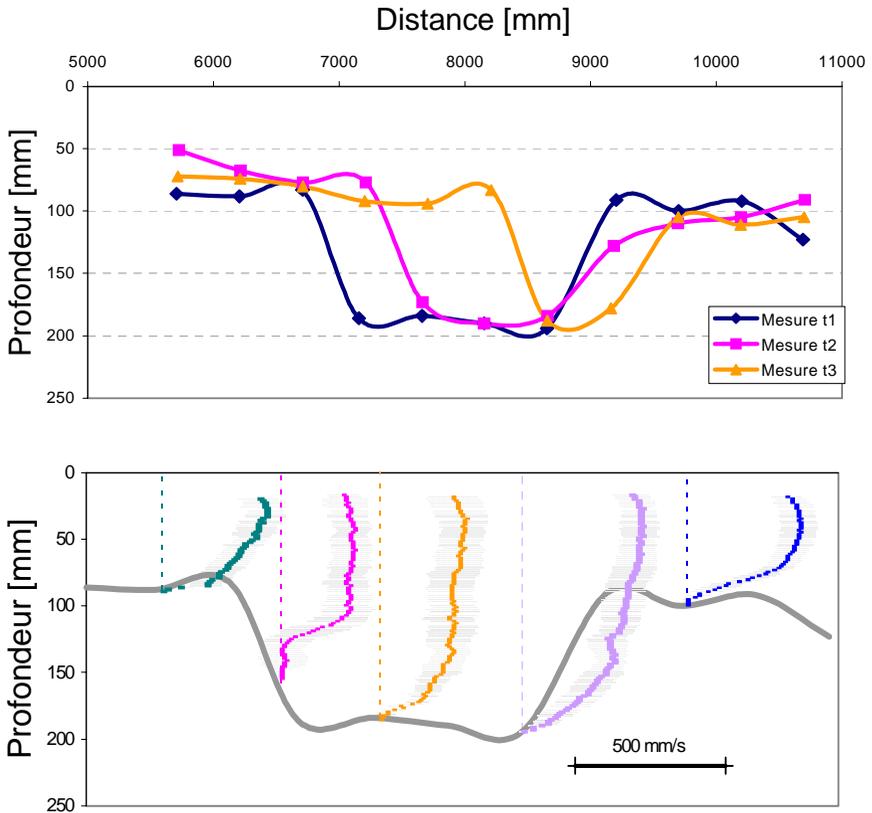


Figure 1 : Evolution d'une fosse de 0.1 m de profondeur et 2.2 m de longueur (4.5 m, resp. 100 m sur prototype) pour un débit de crue  $Q_m=54.5$  l/s ( $Q_p=Q_{50}=740$  m<sup>3</sup>/s). En haut : profil en long mesuré sur modèle à  $t_1=0h05$  ;  $t_2=1h05$  ;  $t_3=3h05$ . En bas : profils de vitesse mesurés au temps  $t_1=0h05$  / Evolution of the dredging pit 0.1 m deep and 2.2 m long (4.5 m, resp. 100 m on prototype) for a flood discharge of  $Q_m=54.5$  l/s ( $Q_p=Q_{50}=740$  m<sup>3</sup>/s). Graph above: longitudinal profile measured in the model at  $t_1=0h05$  ;  $t_2=1h05$  ;  $t_3=3h05$ . Below: velocity profiles measured at  $t_1=0h05$

Les résultats expérimentaux ont ensuite été utilisés pour le développement et le calage d'un modèle numérique transitoire à lit mobile. Ce modèle a été exploité pour une étude de sensibilité sur différents paramètres en parti-

The experimental results were then used to develop and calibrate an unsteady numerical bed load model. This model was used for a sensitivity analysis on various parameters such as discharge, grain size distribution, length

culier le débit, la granulométrie des sédiments, la largeur et la longueur de la fosse. Finalement, la simulation de la crue d'octobre 2000 a mis en évidence la notion de temps relative au remplissage d'une fosse (Figure 2). Il apparaît qu'une fosse de 100 m de longueur et de 4.5 m de profondeur, initialement vide sur toute la largeur du Rhône, n'a pas pu être remplie totalement pendant les quatre jours de crue.

*and with of the pit. Finally the simulation of the October 2000 flood showed the time necessary to fill the pit (Figure 2). It appears that a 100 m long pit ant 4.5 m deep pit, initially empty on the entry Rhone River width, could not be filled completely during the four days of the flood event.*

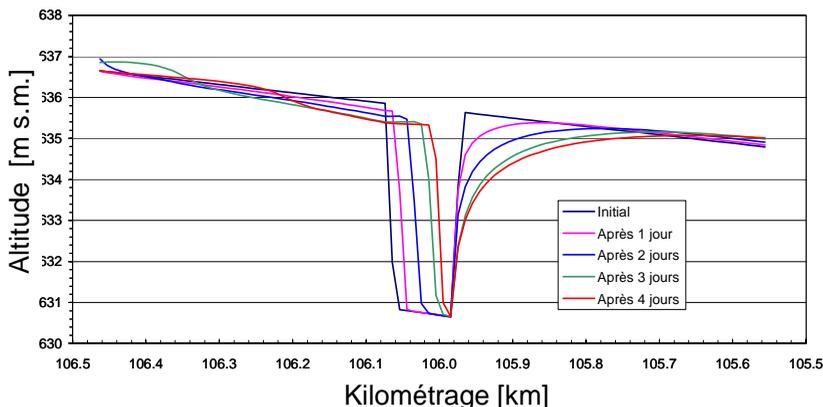


Figure 2 : Profils en long à différents instants de la crue du Rhône d'octobre 2000 pour une fosse initiale de 4.5 m de profondeur et 100 m de longueur sur toute la largeur du Rhône / *Length profiles at various moments of the October 2000 flood event of the Rhone River for a 100 m long, 4.5 m deep pit over the entire river width*

Les résultats obtenus confirment que l'érosion qui se développe en amont et surtout en aval d'une fosse de dragage est susceptible de fragiliser la stabilité des rives et des ouvrages construits dans le lit à proximité. Cette influence est d'autant plus forte que la fosse est profonde et longue. Par contre, une fosse rétrécie est susceptible de réduire l'influence aval du dragage.

*The results obtained confirm that erosion that develops upstream and mainly downstream of the dredging pit could weaken the stability of the river bank and neighbouring structures. The influence amplifies with increasing pit depth and length. On the contrary, a pit with reduced width may reduce downstream influence due to the dredging activities.*

Etude confiée par le service des routes et des cours d'eau du canton du Valais  
Ingénieurs de projet : Nima Nilipour et Dr Jérôme Dubois

*Study entrusted by the Valais Cantonal services for roads and rivers  
Project engineers : Nima Nilipour and Dr. Jérôme Dubois*

### 1.2.5 Etude du comportement morphologique du Kelchbach lors du passage de crues, étude sur modèles physique / Study of the morphological behaviour of the Kelchbach river during floods, study on physical models

Ces dernières années, les observations effectuées lors du passage de crues ont mis en évidence que la capacité hydraulique du Kelchbach à Naters (rive droite du Rhône en Valais) ne serait pas suffisante lors d'une crue centennale ou extrême. Le problème principal est essentiellement dû à une rupture de pente dans la partie supérieure du village. Ainsi les variations morphologiques de la rivière, notamment l'alluvionnement du canal dans la traversée de la ville, sont à l'origine d'une limitation de la capacité à environ  $40 \text{ m}^3/\text{s}$  (crue 2000) (figure 1).



Figure 1: Centre du village de Naters avec 0.6 HQ100 ( $40 \text{ m}^3/\text{s}$ ) Crue 2000 / Centre of the village of Naters with 0.6 HQ100 ( $40 \text{ m}^3/\text{s}$ ) 2000 flood

Le laboratoire de constructions hydrauliques de l'EPFL (LCH) a été mandaté pour analyser et vérifier la capacité hydraulique du Kelchbach modifié (figure 2) par une étude sur modèles physique et numérique en tenant compte du transport solide.

L'étude a été effectuée en sept parties principales :

*These last few years, observations carried out at the time of the passage of overflowing have highlighted the fact that the hydraulic capacity of the Kelchbach river in Naters (on the right bank of the Rhone in Vallis) would not be sufficient at the time of a centennial or extreme flood. The principal problem is primarily due to a slope change in the higher part of the village. The morphological variations of the river, in particular the alluviation of the channel crossing the city, are at the origin of a limitation of the capacity to approx.  $40 \text{ m}^3/\text{s}$  (flood 2000) (figure 1).*

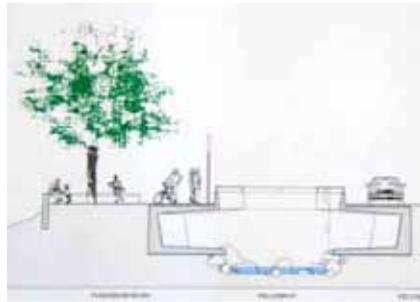


Figure 2: Section agrandie / enlarged section

*The laboratory of hydraulic constructions of EPFL (LCH) was given the mandate to analyze and check the hydraulic capacity in the case of overflowing of the modified Kelchbach (figure 2) on physical and numerical models, by taking into account solid transport.*

*The study was carried out in seven*

- Des scénarios de transport solide les plus défavorables ont été effectués, à l'aide d'une étude hydrologique. (Evaluation des conditions d'apport de sédiments à la sortie du dépotoir de Fromatta, situé en amont de la ville)
- Les essais sur modèles physique et numérique (Hec-Ras) ont permis d'analyser le comportement hydraulique du Kelchbach pour chaque scénario extrême.
- L'évolution du lit de la rivière lors du passage de la crue centennale (HQ100) et de la crue extrême (EHQ) dans la nouvelle géométrie a été décrite. La mesure de protection principale a été vérifiée. Elle consiste en une augmentation de la section à la rupture de pente. La capacité du passage de la crue au niveau des ponts a été vérifiée ainsi que la capacité au niveau de l'embouchure du Rhône.
- Les essais sur modèles numériques ont été calibrés, à l'aide des observations et mesures, puis vérifiés pour procéder à une étude paramétrique (différents scénarios)
- L'analyse et la comparaison des résultats ont permis d'évaluer la capacité hydraulique du Kelchbach dans sa nouvelle géométrie :
- L'évaluation du risque résiduel a été réalisée et une carte d'inondation a été établie.
- Proposition des mesures d'intégration ont été proposées

L'examen du projet a été fait à l'aide d'essais sur modèle physique à

*principal parts:*

- *The most unfavorable scenarios of solid transport were carried out using a hydrological study. (Evaluation of the conditions contributing to sedimentation at the exit of the Fromatta sediment retention basin, located upstream of the city)*
- *The experiments in the physical and numerical models allowed analyzing the hydraulic behaviour of the Kelchbach River for each extreme scenario.*
- *The evolution of the river bed at the time of the passage of the centennial rising (HQ100) and the extreme rising (EHQ) in the new geometry was described. The principal protection measure was checked. It consists of the increasing of the section at the change of slope. The capacity of the passage of overflowing in the area of the bridges was checked as well as the capacity at the mouth of the Rhone River.*
- *The numerical model tests were calibrated, using the observations and measurements, then checked in order to make a parametric study (various scenarios)*
- *The analysis and the comparison of the results allowed to evaluate the hydraulic capacity of the Kelchbach River in its new geometry*
- *Evaluation of the residual risk, chart of flood*
- *Proposal for integration measurements*

*The examination was made using a physical model at the scale of 1:35. Knowing that the perimeter of the study*

l'échelle 1 : 35.

Sachant que le périmètre d'étude concerne le tronçon aval de la rivière, depuis la confluence au Rhône jusqu'à une distance de 900 m en amont, la longueur du modèle était de 26 m. Il comprend les modifications de sections proposées, les ponts, l'embouchure du Rhône (figure 3).

*concerns the downstream section of the river, from the confluence with the Rhone River up to a distance of 900 m upstream, the length of the model was 26 m. It includes modifications of the bridge sections, and the mouth of the Rhone River (figure 3).*

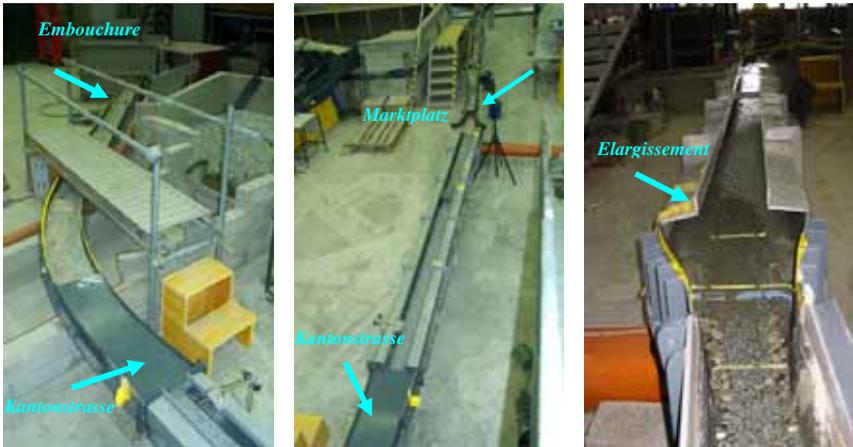


Figure 3 :Vues du modèle / view of the model



Figure 4: Débordement local, au pont de Kantonsstrasse / Local overflowing at the Kantonsstrasse bridge

Huit essais ont été réalisés en 2004. Il s'agit de trois essais purement hydrauliques (débits de pointe de

*Eight tests were performed during the year 2004. They were three purely hydraulic tests (peak discharge of*

69 m<sup>3</sup>/s, 105 m<sup>3</sup>/s et 136 m<sup>3</sup>/s), et cinq essais avec sédiments correspondants aux différents scénarios de transport solide:

- une crue de 105 m<sup>3</sup>/s avec un volume de 10'500 m<sup>3</sup> de sédiments en phase de décrue ( $Q_s = 0.97\text{m}^3/\text{s}$ )
- une crue de 105 m<sup>3</sup>/s avec 3'600 m<sup>3</sup> de sédiments, ce qui correspond à un scénario extrême où l'orifice du dépotoir amont est bouché
- deux crues successives de 69 m<sup>3</sup>/s avec un scénario de transport solide correspondant à la capacité de l'orifice
- une crue de 105 m<sup>3</sup>/s, sans tenir compte du dépotoir
- un débit constant de 13 m<sup>3</sup>/s, correspondant au débit de décrue moyen, avec un scénario de transport solide, correspondant à un orifice bouché.

Les essais ont permis de répondre à l'objectif principal qui était de vérifier la capacité hydraulique du Kelchbach pour les différents scénarios de crues et de transport solide extrêmes.

Il a été constaté que dans l'état aménagé, le passage de la crue extrême de 105 m<sup>3</sup>/s ne cause que quelques débordements locaux (figure 4) et quelques mises en charge des ponts, ceci pour un volume total de sédiments entrant dans le tronçon de 5000 m<sup>3</sup>.

Afin de se prémunir de tout risque d'inondation causée par la crue extrême, une surélévation des murs depuis le pont de la Marktplatz jusqu'à l'embouchure dans le Rhône est recommandée.

De plus l'incertitude sur le débit solide

69 m<sup>3</sup>/s, 105 m<sup>3</sup>/s and 136 m<sup>3</sup>/s), and five tests with solid transport, corresponding to the various solid transport scenarios:

- a flood hydrograph with decreasing discharge starting from 105 m<sup>3</sup>/s with a sediment volume of 10'500 m<sup>3</sup> ( $Q_s = 0.97\text{m}^3/\text{s}$ )
- a flood hydrograph of 105 m<sup>3</sup>/s with a sediment volume of 3600 m<sup>3</sup> which corresponds to an extreme scenario where the opening of the upstream retention basin is blocked
- two successive flood hydrographs of 69 m<sup>3</sup>/s with a scenario of solid transport corresponding to the capacity of the opening
- a flood hydrograph of 105 m<sup>3</sup>/s, without taking into account the retention basin
- a constant flow of 13 m<sup>3</sup>/s, corresponding to the average flow during the decrease of the hydrograph, with a scenario of extreme solid transport corresponding to a blocked opening.

*The tests allowed answering the principal objective which is to check the hydraulic capacity of the Kelchbach River for the various scenarios of overflowing and of extreme solid transport. It was noted that the passage of the extreme rising of 105 m<sup>3</sup>/s caused only some local overflows (figure 4), and some loadings of the bridges. This for a total volume of solid transport entering the section of 5000 m<sup>3</sup> on all the rising (total volume of outgoing sediment of the dump) In order to secure oneself against floods caused by the extreme rising, a heightening of the walls from the bridge of Marktplatz to the mouth on the Rhone is recommended. Moreover uncertainty on the outgoing*

sortant du dépotoir en cas de crue doit être levée.

Etude confiée par le Canton du Valais et la commune de Waters

Ingénieures de projet : Dr Judith Monney et Mathilde Mayaud

bed load of the dump in the event of flood must be raised.

Study entrusted by Canton du Valais and the commune of Waters

Project engineers : Dr. Judith Monney and Mathilde Mayaud

### 1.2.6 Analyse transitoire du système de pompage de Serono / Transient analysis of Serono pumping system

Une analyse transitoire a été effectuée du réseau hydraulique pour le refroidissement des eaux des nouveaux bâtiments de Serono à Genève. L'analyse concerne l'appréhension des ondes de pression transitoire qui se produisent dans le système de conduites suite à un événement particulier. Les événements qui ont été considérés pour les calculs sont une panne électrique du circuit des pompes et une destruction brusque mais locale d'une des conduites du système.

A transient analysis of the hydraulic pipe network for cooling of the new Serono buildings in Geneva has been performed with the Hytran software. The analysis focused on the assessment of the extreme pressure waves traveling through the system following a sudden event. The events that have been considered are a sudden breakdown of the pump circuits and a sudden destruction of one of the supply conduits at the most critical location.

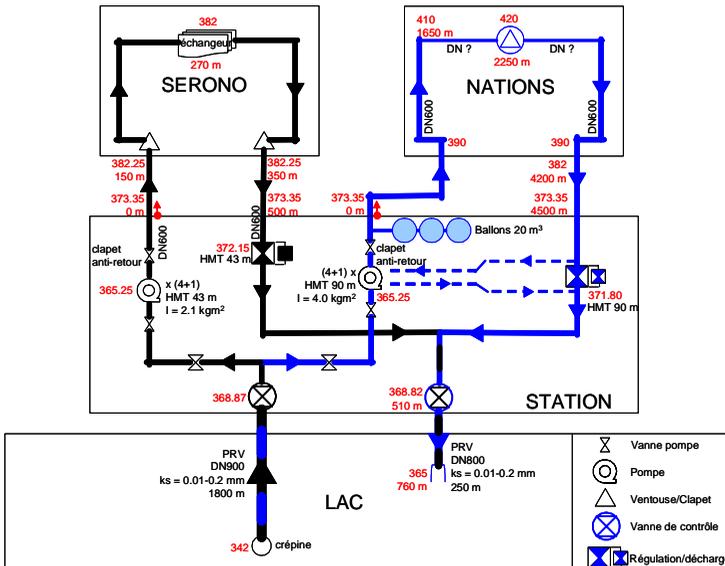


Figure 1: Principaux éléments des deux circuits de pompage d'eau du lac / Principal elements of the two pumping circuits.

L'analyse a été effectuée pour deux phases de construction différentes : la première phase prévoit l'installation de quatre pompes avec une chute nette d'à peu près 40 m et un débit total de 500 l/s, tandis que la deuxième phase rajoute encore quatre pompes pour une chute nette de 80 m.

Les calculs démontrent que, particulièrement lors de la deuxième phase de construction, de mesures de protection additionnelles se révèlent nécessaire afin d'éviter de sévères sous-pressions et même de la cavitation dans le réseau hydraulique. Ces mesures consistent en l'installation de plusieurs chambres d'équilibre à volume modeste, ainsi que des clapets automatiques pour éviter des surpressions. Les premières mesures sont capables d'éliminer les coups de bélier, tandis que les dernières mesures visent plutôt à éliminer des sous-pressions et implosions potentielles des conduites.

Etude confiée par Serono SA

Experts : Dr Erik Bollaert et Prof. Dr. A. Schleiss

*The analysis has been performed for two different construction phases: phase one concerns a conduit network with four pumps for a total net head of about 40 m and 500 l/s of discharge, while phase two concerns four more pumps and a total net head of about 80 m.*

*It has been found that, especially for the second phase, additional protection measures were necessary to prevent severe under pressures and cavitation from happening. These measures are the installation of local surge tanks and local pressure relief valves. The former are able to reflect and neutralize water hammer effects throughout the system, while the latter are able to let air enter into the system to avoid severe under pressures and possible implosion of the conduit.*

*Study entrusted by Serono SA*

*Experts: Dr. Erik Bollaert and Prof. Dr. A. Schleiss*

### **1.2.7 Projet hydroélectrique de Kárahnjúkar - vidange de fond / Kárahnjúkar Hydroelectric Project - Bottom Outlet**

Une étude sur modèle physique à l'échelle 1/10 a été effectuée de la vidange de fond du barrage de Kárahnjúkar en Islande. Cette étude a été faite conjointement par le Laboratoire de Machines Hydrauliques (LMH) et le Laboratoire de Constructions Hydrauliques (LCH) de l'EPFL. Les objectifs des tests étaient de contrôler et de comparer le comportement hydraulique de l'écoulement avec le comportement observé sur le modèle 1/15 à TU Graz (Autriche), de définir la capacité de débit pour différentes ouvertures des vannes et pour diffé-

*A 1/10 physical model study of the bottom outlet of the Kárahnjúkar HEP in Iceland has been performed at the Laboratory of Hydraulic Machines (LMH) of the EPFL under supervision of the Laboratory of Hydraulic Constructions (LCH). The main objectives of the tests were to check and compare the hydraulic behavior of the flow with the behavior observed on the 1/15 test facility at TU Graz, to define the discharge capacity for different gate openings and reservoir levels, to detect local flow features that may be relevant to aeration and/or cavitation effects, to*

rents niveaux du lac, de détecter des aspects locaux de l'écoulement qui peuvent influencer l'aération et la cavitation dans le tunnel, de mesurer le débit d'air à travers le système d'aération pour différentes ouvertures des vannes et pour différents niveaux du lac, de faire des recommandations pour le concept final du système d'aération et finalement de confirmer le concept actuel de la vidange de fond ou de proposer des modifications pour le concept final.

Des parois latérales de guidage se sont révélées nécessaires pour éviter que l'écoulement à haute vitesse sortant des vannes forme un jet à l'aval qui puisse toucher le plafond et les parois du tunnel. De plus, de légères modifications ont été proposées pour le concept du système d'aération, afin de réduire les pertes de charge et d'augmenter le débit d'air.

Etude confiée par Landsvirkjun, Islande  
Ingénieur de projet : Dr Erik Bollaert  
Expert : Prof. Dr A. Schleiss

*measure air flow rates through the air vent at the gates for different gate openings and reservoir levels and make recommendations for final air vent design and finally to confirm the validity of the bottom outlet design modifications or propose recommendations for final design.*

*It has been found that lateral guidance walls were necessary to prevent the flow issuing from the gates to form a rooster tail downstream and to touch both the roof and the sidewalls of the bottom outlet. Also, slight modifications to the initial air vent geometry have been proposed to reduce head losses and increase air flow capacity through the system.*

*Study entrusted by Landsvirkjun, Iceland*

*Project engineer: Dr. Erik Bollaert*

*Expert : Prof. Dr. A. Schleiss*

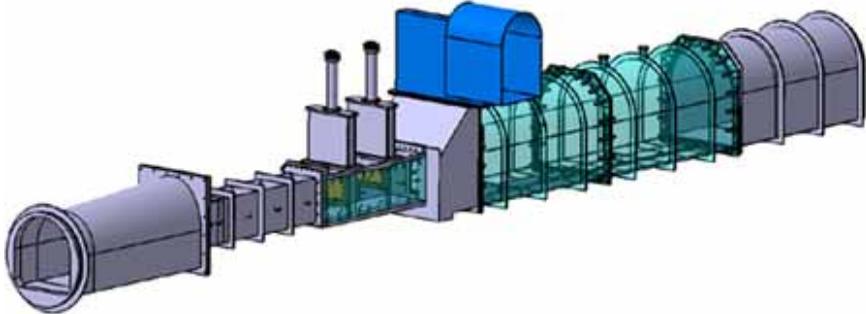


Figure 1: Vue en perspective de l'installation d'essais au LMH-EPFL / *Perspective view of the test facility at LMH-EPFL*

### **1.2.8 Erosion de la plage de Préverenges (VD) sur la rive Nord du Léman : Recherche et analyse de solutions / Beach Erosion on the North Shore of Lake Geneva: Analysis and numerical modeling of the present situation**

Au cours des dernières décennies, la Plage de Préverenges (VD) sur la rive Nord du Léman a subi une érosion irréversible due aux sollicitations hydrodynamiques par régime de vent d'ouest. Bien que située à proximité de la source d'apports sédimentaires de la Venoge, la plage, de par son orientation, ne bénéficie d'aucune accrétion (Figure 1). Suite à l'étape 1 de l'étude, qui était consacrée à la compréhension des différentes sollicitations responsables du phénomène d'érosion accrue, l'étape 2 avait pour but de proposer et d'analyser des solutions de protection adéquates contre l'érosion de la plage. Concrètement, cette deuxième phase de l'étude a mis en évidence les points suivants :

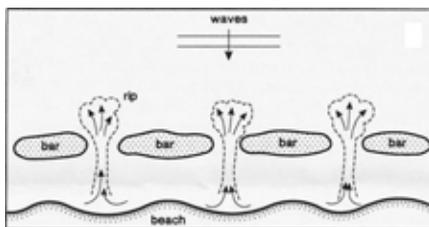
- a. Classification de différentes zones de la Plage (Figure 2): La morphologie de la plage peut être subdivisée en 4 zones présentant chacune un besoin de protection différent. La plus grande partie de la plage pourrait être protégée par remblayage de matériaux légèrement plus grossiers que les matériaux actuels. Les autres zones pourront être protégées par des mesures intégrées à la rive (revêtements) ou parallèles à la rive (palissade ou barrage à claire-voie) ou enfin laissées dans leur état naturel.

*During the last decades, the beach of Préverenges (VD) on the Northern shore of Lake Geneva suffered from irreversible erosion due to hydrodynamic forces caused by a west wind regime. Although located near the source of sedimentary inflow of the Venoge River, the beach, due its orientation, does not profit from any accretion (Figure 1). Following stage 1 of the study, which was devoted to the comprehension of the various loadings responsible for the phenomenon of increased erosion, the purpose of stage 2 was to propose and analyze adequate solutions of protection against the erosion of the beach. Concretely, this second phase of the study highlighted the following points:*

- a. Classification of the protection zones of the beach (Figure 2): The morphology of the beach can be subdivided in 4 zones presenting each one a different need for protection. The greatest part of the beach could be protected by embankment from materials slightly coarser than current materials. The other zones could be protected by measures integrated into the bank (revetments) or parallel to the bank (palisade or brushwood fences) or finally, left in their natural state.*



(a)



(b)

Figure 1: (a) Vue de la surfzone (zone où les vagues incidentes déferlent) de la plage de Préverenges en basse eaux ; (b) schéma montrant la formation des dunes de sable dues aux courants de retour / *Vue of the surfzone (zone where the incidental waves break) of the beach for low water levels at Préverenges; (b) diagram showing the formation of the sand dunes due to the return currents*

b. Remblayage de la plage par des matériaux comparables aux sédiments natifs : Il apparaît que les matériaux de remblayage les plus stables doivent être identiques ou légèrement plus grossiers que les matériaux natifs de la plage. L'estimation volumétrique des quantités de sable à remblayer a été réalisée suivant deux approches, l'une pratique, l'autre théorique. Ces deux approches ont permis de fixer des valeurs maximales et minimales du volume géométrique de remblayage avec un écart allant du simple au double. Il est à noter que le volume réel du remblayage se situera entre les résultats de la méthode pratique et ceux de la méthode théorique. Il est ainsi très probable qu'une quantité d'environ  $60 \text{ m}^3/\text{ml}$  (erreur 20%) constitue une bonne estimation. Généralement, les meilleures estimations sont réalisées, a posteriori, après le début du remblayage.

*b. Embankment of the beach by materials comparable with the native sediments: It appears that the most stable embankment materials must be identical or slightly coarser than native materials of the beach. The volumetric estimate of the quantities of sand to be embanked was carried out according to two approaches, one being practical and the other theoretical. These two approaches made it possible to fix maximum and minimal values of geometrical embankment volumes with an active variation going from simple to twice as much. It should be noted that the real volume of the embankment will be situated between the results of the practical method and those of the theoretical method. It is thus very probable that a quantity of approximately  $60 \text{ m}^3/\text{ml}$  (error 20%) constitutes a good estimation. Generally, the best estimations are carried out, a posteriori, after the beginning of the embankment.*



Figure 2: Plan d'implantation approximatif des mesures de protection suivant les classes choisies (le trait tillé indique une mesure non appliquée uniformément) / *Approximative plan of implementation of the protection measures according to the selected zones (broken lines indicates a measure not applied uniformly).*

- c. Longévité du projet de remblayage : Dans le cas de Préverenges, la protection optimale de la plage après remblayage pourrait être obtenue par la construction de brise-lames parallèles à la plage pour amortir l'énergie des vagues incidentes. Ceci n'étant pas souhaitable pour la pratique de la planche à voile, il devient quasi impossible d'empêcher l'érosion post remblayage. Le projet de remblayage de la plage d'une longueur d'environ 300 m, possède ainsi une période de demi-vie très faible d'une valeur maximale de 3 ans. Ceci implique des interventions de recharge périodique très fréquentes. Cependant, lorsque le calcul ne prend en compte que le l'érosion perpendiculaire au profil de la plage, la longévité s'avère beaucoup plus grande. Ainsi, par année, la perte de matériaux est d'environ  $4.5 \text{ m}^3/\text{ml}$  correspondant à 6 grands événements de vent/vagues. Ceci montre qu'il faut pallier l'érosion due aux courants
- c. *Longevity of the project of embankment: In the case of Préverenges, the optimal protection of the beach after embankment could be obtained by the construction of breakwaters parallel to the beach to decrease the energy of the incidental waves. This not being desirable for the practice of wind surfing, it becomes almost impossible to prevent post embankment erosion. The project of embankment of the beach of approximately 300m has a very low period of half-life of maximum 3 years. This implies very frequent interventions of periodic refill. However, when calculation takes into account only erosion perpendicular to the profile of the beach), longevity is better. Thus, per year, the material loss is approximately  $4.5 \text{ m}^3/\text{ml}$  corresponding to 6 great wind/wave events. This shows that it is necessary to mitigate erosion due to the longitudinal currents supported by the low length of the project of embankment by protecting it with*

longitudinaux favorisés par la faible longueur du projet de remblayage en la protégeant par des épis perpendiculaires à la rive.

- d. Remblayage de la plage par des matériaux plus grossiers que les sédiments natifs: La protection de la plage de Préverenges par remblayage avec des matériaux plus grossiers ( $d_{50} > 2\text{mm}$ ) constitue une alternative au remblayage avec du sable proche des sédiments natifs. Ce type de protection n'est pas très commun pour les plages de sable. Il est évident que cette option sera plus « stable », qu'elle nécessitera moins d'entretien et un remblayage périodique plus espacé. Cependant elle présente le risque de tendre à long terme vers un profil d'équilibre plus raide et un changement significatif de la forme de la grève initiale de remblayage. Il est à souligner que la réponse d'une plage de sable protégée par du gravier n'est pas suffisamment documentée ni théoriquement ni pratiquement pour que des conclusions fiables puissent être tirées.
- e. Mise en oeuvre : Vu le nombre de variables entrant en compte dans le dimensionnement d'une protection par remblayage, il est conseillé, avant d'entreprendre une protection coûteuse à grande échelle sur toute la plage, de réaliser des essais in situ avec deux types de matériaux, le premier légèrement plus grossier mais comparable aux sédiments natifs et le deuxième plus grossier. Les deux types de matériaux seront déposés séparément entre deux épis. Des mesures d'évolution de la ligne de rive sur une période d'une année devront être réalisées périodiquement et après chaque événe-

*groynes perpendicular to the bank.*

- d. *Embankment of the beach by materials coarser than the native sediments: The protection of the beach of Préverenges by embankment with coarser materials ( $d_{50} = 2\text{mm}$ ) constitutes an alternative to the embankment with sand similar to the native sediments. This type of protection is not very common for sand beaches. It is obvious that this option will be more "stable", and will require less maintenance and periodic embankment less frequent. However it presents the risk of tending in the long term towards a steeper equilibrium profile and a significant change of the shape of the initial beach of embankment. It is to be stressed that the response of a sand beach protected by gravel is not sufficiently documented neither theoretically nor practically so that no reliable conclusions can be drawn.*
- e. *Implementation: Considering the number of variables entering in account in the dimensioning of a protection by embankment, it is advised, before undertaking expensive protection on a large scale on all the beach, to carry out in situ tests with two types of materials, the first slightly coarser but comparable with the native sediments and the second coarser. The two types of materials will be deposited separately between two groynes. Measurements of the evolution of the shoreline over a period of one year will have to be carried out periodically and after each event of strong west wind. These measurements will enable to compare the behaviour of two materials and to know their respec-*

ment de vent fort. Ces mesures permettront de comparer le comportement des deux matériaux et de connaître leur réponse respective aux sollicitations hydrodynamiques. Les résultats constitueront une aide à la décision pour le choix optimal d'une protection par remblayage.

- f. Structures d'accompagnement : Il est certain qu'un projet de remblayage sans structures d'accompagnement ne sera pas très durable. Il est ainsi recommandé de protéger la partie remblayée contre l'érosion en la délimitant à l'est et à l'ouest par des épis perpendiculaires à la rive. Des épis intermédiaires peuvent également être installés entre les deux extrémités. Ces ouvrages de transition entre la partie non modifiée de la plage jouent un rôle primordial pour la stabilisation contre les courants littoraux créés par le vent et la bise et permettent de réduire la fréquence de recharge des sédiments. Ceci augmente l'efficacité et la rentabilité à long terme du projet.

Passé le stade de faisabilité. Il est nécessaire de créer un plan directeur pour la réalisation du remblayage et des épis ainsi que des autres mesures de protection (revêtements, palissade/barrage à claire voie).

Etude confiée par SESA VD et Municipalité de Préverenges

Ingénieur de projet : Selim Sayah

*tive response to the hydrodynamic forces. The results will constitute a decision-making aid for the best alternative of a protection by embankment.*

- f. *Accompanying Structures: It is certain that a project of embankment without accompanying structures will not be very durable. It is thus recommended to protect the embanked part against erosion by setting limits to the east and to the west by groyne perpendicular to the shoreline. Intermediate groyne can also be installed between the two ends. These works of transition between the un-modified parts of the beach play an essential part for stabilization against the littoral currents created by the west wind and the north wind and making it possible to reduce the frequency of refill of sediments. This increases the long-term effectiveness and profitability of the project.*

*Further to the stage of feasibility, it is necessary to create a master project for the realization of the embankment and groyne as well as other protection measures (revetments, palisades / brushwood fences).*

*Study entrusted by SESA VD and the Municipality of Préverenges*

*Project engineer: Selim Sayah*

### **1.2.9 Sortie Brigue-Est de la ligne ferroviaire Matterhorn-Gotthard / Exit at Brigue-East of the Matterhorn-Gotthard railway line**

La Compagnie ferroviaire Matterhorn-Gotthard envisage la construction d'une nouvelle ligne à partir de Brigue (Valais), dont le tracé enjambe le

*The Matterhorn-Gotthard railway company is considering the construction of a new railway line starting at Brigue (Valais), the route of which*

Rhône à Bitsch. Le pont projeté est implanté dans une zone où le Rhône est rétréci sous l'influence de l'embouchure de la Massa (Figure 1). Cette situation particulière a nécessité une étude sur modèle physique pour examiner l'influence du nouveau pont sur les écoulements et le transport solide dans les deux cours d'eau ainsi que les possibilités de revitalisation du Rhône à cet endroit.

*crosses the Rhone River at Bitsch. The planned bridge is located in an area where the Rhone River becomes narrower due to the influence of the junction of the Massa River (Figure 1). This special situation has needed a study on a physical model to examine the influence of the new bridge on the flow and solid transport in both rivers as well as the possibilities of revitalisation of the Rhone River at that location.*

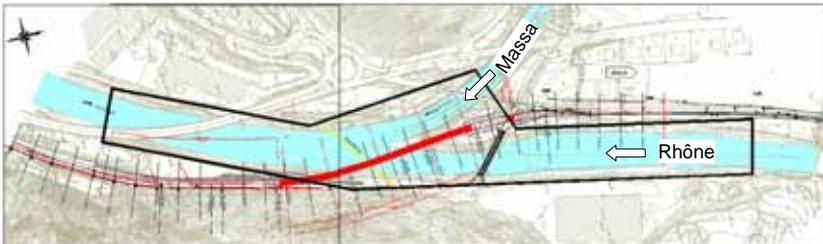


Figure 1 : Zone de confluence du Rhône et de la Massa avec le tracé du pont projeté et les limites reproduites sur le modèle physique / *Confluent zone of the Rhone and Massa Rivers with the layout of the planned bridge and the limits reproduced on a physical scale model*

Le modèle réalisé à l'échelle 1:35 a été exploité en similitude de Froude dans l'objectif de tester différentes géométries du pont et de définir leur impact sur les concepts de protection contre les crues et de renaturation définis par le projet de la troisième correction du Rhône. L'influence du Rhône sur le pont a également été examinée, notamment en regard de l'affouillement des piles (Figure 2 gauche) et du tirant d'air nécessaire au transit de corps flottants. Finalement, l'influence de la nouvelle géométrie de la confluence sur les opérations de purge de la retenue de Gebidem via la Massa a été contrôlée (Figure 2 droite).

*The model realised at a scale of 1:35 has been exploited in a Froude similarity with the objective of testing various geometries of the bridge and to define their impact on the flood protection and renaturation concepts defined by the project of the third correction of the Rhone River. The influence of the Rhone on the bridge has also been examined, particularly with regard to the erosion of the bridge piers (Figure 2 left) and the freeboard necessary for the transit of floating material. Finally, the influence of the new geometry of the confluence on the flushing operations of the Gebidem reservoir via the Massa River has been controlled (Figure 2 right).*



Figure 2 : Gauche : Protection de pile de pont en Rip-Rap. Droite : Purge de Gebidem via la Massa / *Rip-rap bridge pier protection. Right Gebidem flushing via the Massa river*

Les essais sur modèle physique ont été mis à profit pour caler un modèle numérique qui a ensuite été utilisé pour le calcul des courbes de remous dans le Rhône. Les résultats obtenus ont ainsi permis de choisir et d'optimiser la variante de pont la mieux adaptée au contexte local et aux objectifs de la troisième correction du Rhône.

Etude confiée par : Matterhorn-Gotthard Bahn

Ingénieure de projet : Dr Judith Monney

*Tests on the physical model have been used to calibrate a numerical model which allows to calculate backwater curvs in the Rhone River. The results obtained have thus allowed to chose and optimize the bridge variant the most adapted to the local context and to the objectives of the third correction of the Rhone River.*

*Study entrusted by: Matterhorn-Gotthard Bahn*

*Project engineer: Dr. Judith Monney*

### **1.2.10 Études de courants de turbidité dans le lac Livigno et étude des solutions techniques pour la réduction des effets de l'alluvionnement / *Turbidity currents studies in the Livigno reservoir and design of technical measures to reduce the effects of sedimentation***

L'objective de cette étude est l'analyse et la propositions des solutions techniques contre l'alluvionnement due aux courants de turbidité dans le lac Livigno.

Le réservoir, crée par le barrage Punt dal Gall, est principalement localisé dans le territoire Italien et le barrage au canton de Grisons, en Suisse (Figure 1). Le barrage forme un réservoir à deux bras. Le bras ouest, objet de cette étude, est formé par la rivière Spöl. Il a une longueur d'environ 9 km alors que le bras est d'environ 4.5 km. La pente

*The aim of this study is to analyze and propose technical solutions against sedimentation due to turbidity currents in the Livigno Reservoir.*

*The reservoir, created by the Punt dal Gall dam, is mainly located on Italian territory and the dam is located in the Canton Grisons, in Switzerland (Figure 1). The dam forms a reservoir with two arms. The west arm, object of this study is formed by the Spöl River and is approximately 9 km long. The length of the east arm is approximately 4.5 km. The longitudinal average slope*

moyenne du bras ouest du réservoir est approximativement 1.2%. La capacité de la retenue est de 164.6 million de m<sup>3</sup> et le niveau normal d'exploitation se trouve à 1'804 m s.m. alors que le niveau minimal se situe à 1'700 m s.m. Actuellement, ce niveau ne se trouve jamais au dessous de 1'740 m s.m. Le bassin versant totale est d'environ 295 km<sup>2</sup>. L'aménagement hydraulique auquel fait parti le lac produit une énergie annuelle moyenne de 300 GWh et appartient au Engadiner Kraftwerke AG (EKW), une holding formée par les partenaires EGL, ATEL, BKW, CKD, NOK, le canton de Grisons et les municipalités concessionnaires.

La première étape de cette étude, déjà terminée, présente la méthodologie utilisée et fournit le dimensionnement préliminaire et discussion d'un barrage d'enrochement perméable (alternative 1). Dans l'étape suivante, la simulation de cette proposition en utilisant un modèle numérique basé sur le code commercial CFX4.4, et l'étude du réservoir complet avec l'implantation d'un écran géotextil (alternative 2) sera effectuée.

La première alternative consiste en l'implémentation d'un barrage d'enrochement perméable dans la partie amont du réservoir, environ 2.4 km en aval de l'entrée de la rivière Spöl. Le barrage doit former une barrière contre les sédiments transportés par les courants de turbidité pendant les crues. Sa perméabilité garantira la vidange du petit lac formé en amont de ce barrage à niveau d'eau plus bas au lac Livigno. Il doit résister à la submersion pendant le remplissage du réservoir. Dans cette alternative, les opérations pour enlever les sédiments peuvent être programmées grâce à l'accessibilité du site.

*along the west arm of the reservoir is about 1.2 %. The capacity of the reservoir is 164.6 million m<sup>3</sup>, with the normal operational level at 1'804.7 m asl. The minimum operational level is at 1'700.0 m asl. Currently, the water level is never lower than 1'740 m asl. The catchment area is 295 km<sup>2</sup>. The hydraulic scheme using waters from the Livigno reservoir has an average yearly energy production of nearly 300 GWh. It is property of the Engadiner Kraftwerke AG (EKW), a holding formed by the partners EGL, ATEL, BKW, CKD, NOK, the Canton Grisons and the concessionary municipalities.*

*The first stage of the study, already concluded, presented the methodology of the study and provides preliminary details and discussion for the pervious rockfill dam (alternative 1). For the next stage, a simulation of this alternative using a numerical model based on the commercial flow-solver CFX-4.4 and of the complete reservoir including the implantation of geotextil screen (alternative 2) will be made.*

*The first alternative is the implantation of a pervious rockfill dam in the upstream part of the reservoir, almost 2.4 km of the inlet of the Spöl River. The dam should form a barrier for the sediments transported by turbidity currents during floods. The permeability of this dam should guarantee the emptying of the reservoir upstream during lower waters levels. This dam should also be resistant against overtopping during the filling up. In this alternative, operations for removal of the sediments deposited can be planned due to its accessibility.*

*The second alternative is a geotextil screen inside the lake to block the sediments brought by the turbidity currents further downstream. The loca-*

La deuxième alternative consiste en écran en geotextil pour bloquer les sédiments apportés par les courants de turbidités plus à l'aval. La localisation et la géométrie de cette structure sont encore en étude. Cette variante peut être combinée avec l'alternative 1.

*tion of the structure is already under study, as well the as geometry of the screen. This variant can be combined with alternative 1.*



Figure 1: Carte et photo du réservoir Livigno / *Map and photograph of the Livigno Reservoir*

Cette étude est basée sur la crue d'octobre 2000. Les données du calcul de laminage dans le réservoir pour ce mois ont été fournies par le client. Le débit moyen journalier maximal a été de  $55 \text{ m}^3/\text{s}$  le 14 octobre et le pic a été évalué à  $90 \text{ m}^3/\text{s}$ , ce qui représente un période de retour entre 5 et 10 ans. La forme de l'hydrogramme d'entrée, suggérée par Hager (1985), correspond à une précipitation distribuée uniformément sur le bassin versant. Une formulation identique a également été utilisée pour l'évolution temporelle de la concentration en sédiments dont la valeur maximale est de  $15 \text{ g/l}$ . Le temps de montée de la concentration en sédiments est admis à 85% du temps de montée de l'hydrogramme.

Comme première solution, un barrage

*This study is based on the October 2'000 flood event. The basic data was supplied by the client and is the result of the flood routing in the reservoir for that month. The maximum average value attained is  $55 \text{ m}^3/\text{s}$  on the 14th October and its peak value is evaluated at  $90 \text{ m}^3/\text{s}$ , representing a return period between 5 and 10 years. The inflow hydrograph, suggest by Hager (1985), corresponds to a flood due to a uniform spatial rainfall distribution event. An identical distribution was used as well to define the time evolution of the sediments concentration, with a maximum value as  $15 \text{ g/l}$ . The time to peak was adopted as 85% of the time to peak of the inflow hydrograph.*

*As preliminary approach, a pervious rockfill dam with 7 m height placed at*

avec 7 m de hauteur placé à la cote 1'773 m s.m. peut bloquer les courants de turbidités durant approximativement 50 ans, si l'on considère 8 événements identiques à celui d'octobre 2000. Pendant cette période, les sédiments déposés peuvent être mécaniquement enlevés, améliorant encore l'efficacité de la solution. Les volumes des sédiments peuvent être contrôlés dans la période à niveau d'eau au dessous de 1'770 m s.m. Entre fin janvier et mi-juin, le barrage se trouve en dehors de l'eau, mais normalement les crues n'arrivent pas pendant cette période. Le volume d'accumulation en amont de ce barrage perméable est de 425'000m<sup>3</sup>.

Etude confiée par Engadiner Kraftwerke AG (EKW), Zernez

Ingénieurs de projet: Marcelo Leite Ribeiro, Dr Giovanni De Cesare

*an elevation of about 1'773 m asl. can be efficient for blocking turbidity currents during approximately 50 years, considering 8 floods like the October 2000 event. During this period, accumulated sediments can be mechanically removed, increasing the efficiency of the solution. Sediments volumes can be monitored during the period when the water level is below 1'770 m asl. Between end of January and mid-June, the dam will be above the water level. Normally, no important floods should occur in these months. The accumulated volume reserved upstream of the pervious dam is about 425'000 m<sup>3</sup>.*

*Study entrusted by Engadiner Kraftwerke AG (EKW), Zernez*

*Project engineers: Marcelo Leite Ribeiro, Dr. Giovanni De Cesare*

### **1.2.11 Sédimentation dans le Gübsensee - Modélisation numérique et optimisation de solutions techniques pour réduire la sédimentation de la retenue / *Sedimentation in the Gübsensee - Numerical modelling and optimisation of technical solutions to reduce sedimentation of the reservoir***

Cette étude vise à trouver des solutions pour diminuer des sédiments à l'intérieur du Gübsensee localisé au Canton de St. Gall, à l'Est de la Suisse. Ce réservoir est créé par deux barrages (Gübsensee est et Gübsensee ouest). La production hydroélectrique annuelle est de 33 GWh avec une capacité d'installée d'environ 15 MW, le débit maximum est de 18 m<sup>3</sup>/s avec une chute nette de 70 m. L'aménagement est gérée comme réservoir journalier. L'aménagement hydroélectrique est propriété de l'entreprise St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke AG (SAK).

Le réservoir est 1165 m de long et 265

*This study focuses on reducing the sedimentation in Gübsensee reservoir located in canton St-Gallen, Eastern Switzerland. This reservoir is created by two dams (Gübsensee East and Gübsensee West). The mean annual hydropower production amounts to 33 GWh with an installed capacity of some 15 MW, maximum discharge of 18 m<sup>3</sup>/s and a mean head of 70 m. The power plant is working as a daily storage plant. The hydropower scheme is owned by the St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke AG (SAK).*

*The maximum dimensions of this reservoir are 1165 m in length and 265 m in width while the average depth is 12 meters but decreases to 5 meters in*

m de large et a une profondeur moyenne de 12 m qui est ne vaut que 5 mètres devant les deux galeries à cause des sédiments déposés. Ces deux galeries amènent les eaux de deux rivières captées à l'amont dans le réservoir. La prise d'eau usinière se trouve sur la rive opposée. L'étude de la bathymétrie du lac montre que le réservoir a perdu 25% de sa capacité de stockage (1.5 millions mètres cubiques) durant les 90 dernières années. L'accumulation de sédiments est plus importante dans la partie nord-est du lac où la perte de volume atteint environ 50%.

L'objectif de l'étude consiste à maintenir un équilibre de sédiments dans le réservoir avec un bilan nulle entre érosion et déposition quelques soient les scénarios d'exploitation. Il s'agit donc d'analyser le champ de vitesse d'écoulement et son influence sur le transport des sédiments. Ensuite, il s'agit d'étudier et valider des solutions techniques pour réduire la sédimentation à l'intérieur du lac à l'aide d'une modélisation numérique 3D. Enfin, la dernière étape consiste à optimiser et dimensionner la solution retenue. Par rapport à la géométrie du réservoir du Gûbsensee et comme but de limiter l'accumulation des sédiments, deux idées principales se sont étudiées. La première idée vise à utiliser deux murs de guidage pour diriger l'écoulement de deux galeries vers la prise d'eau de l'aménagement hydroélectrique. La deuxième idée a comme objectif l'implantation de trois îles artificielles pour augmenter la vitesse d'écoulement à l'intérieur du réservoir vers la prise d'eau.

*front of the two inflow galleries due to sediment deposits. These two galleries, diverting waters from two upstream rivers into the reservoir, are feeding the lake with water while there is one power intake on the opposite shore. A survey study shows that the reservoir has lost 25% of its 1.5 million cubic meters of water storage capacity in the past 90 years but this figure is more important concerning the effective region part of the lake (where the power intake and the gallery outlets are located) at the north eastern part where the volume loss reaches around 50%.*

*The aim of the study is to maintain sediment balance through the reservoirs with no net erosion or deposition over variable operating scenarios. The first step is to analyse the velocities flow field magnitude and its influence on the sediment transport. Then, studying and validating different technical solutions by using numerical 3D modelling and finally, the optimization and the design of the retained solution. According to the geometry of the Gûbsensee reservoir and in order to limit the accumulation of sediments, two main ideas have been applied. The first suggestion is to use two guide walls to direct the flow from the two galleries to the electric power plant intake while the second suggestion is to use three artificial islands for increasing the flow velocity inside the reservoir and for the modification of velocity magnitude field.*

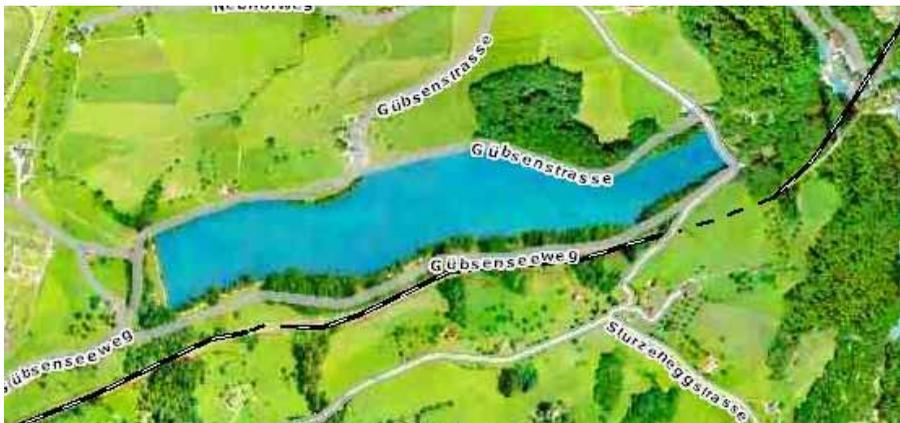


Figure 1: Photo aérienne du Gübsensee / Aerial photograph of the Gübsensee

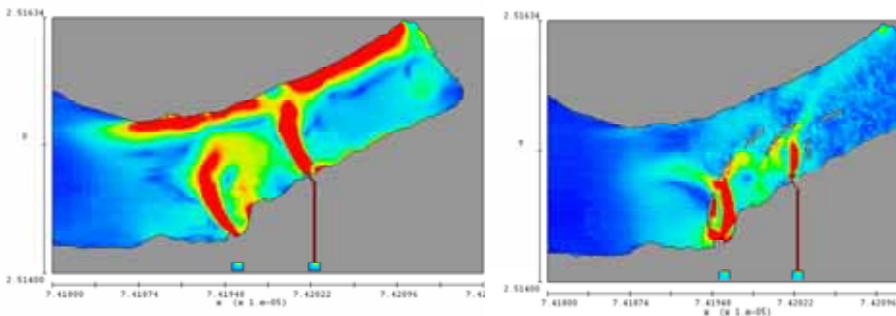


Figure 2: Champ de vitesse d'écoulement dans le Gübsensee sans et avec des îles artificielles en forme d'arc comme mesure technique contre l'alluvionnement / Velocity flow field without and with artificial arc shaped islands the Gübsensee as a mean to reduce sedimentation inside the lake

Due à l'opération journalière du stockage, des différents scénarios d'exploitation sont pris en considération dans la simulation de l'écoulement. En se basant sur quatre scénarios critiques, les résultats des calculs utilisant le modèle numérique FLOW 3D montrent que: (i) la charge en sédiments qui se dépose dans le lac peut être diminuée et guidée vers la prise

Due to the daily storage operation, several different exploitation scenarios are taken into account for the flow simulation. Focusing on the four main critical scenarios, the computational results using the Flow3d® numerical flow solver show that: (i) the total sediment load deposited inside the lake may be reduced and guided to the power intake when applying the previ-

d'eau usinière en appliquant les deux propositions techniques mentionnées, (ii) la longueur de deux murs de guidage est cruciale pour diriger l'écoulement de façon optimal et (iii) la construction des épis sur la rive opposée ou des îles artificielles en forme d'arc au milieu du lac reste encore à étudier.

Etude confiée par St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke AG (SAK), St. Gallen

Ingénieurs de projet: Islam Awad,  
Dr Giovanni De Cesare

*ous mentioned two technical measures, (ii) the length of the two guide walls are crucial for directing the flow in an optimal way, and (iii) the construction of either groins on the opposite shore or artificial arc shaped islands in the middle of the lake channel the flow over the whole investigation area and bring it directly to the power intake.*

*Study entrusted by St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke AG (SAK), St. Gallen*

*Project engineers: Islam Awad,  
Dr. Giovanni De Cesare*

### **1.2.12 Le Port des Iris sur la commune d'Yverdon-les-bains / The Port of Irises on the commune of Yverdon-les-bains (VD)**

Le port des Iris sur la commune d'Yverdon-les-bains (VD) est sujet à un ensablement chronique, principalement dans sa zone d'entrée (Fig. 1). Ces dépôts de sédiments nécessitent pratiquement un dragage annuel. Suite à la proposition des responsables communaux, la construction d'une digue située à l'amont nord-est du port est proposée. Cette solution vise à contrer le transport sédimentaire vers l'enceinte du port. La présente étude a permis d'évaluer la situation actuelle en mettant en évidence la nature des sollicitations dans la région du port. Elle constitue la base de l'étape 2 orientée vers l'optimisation de la solution proposée par l'ingénieur pour stopper l'ensablement (Fig. 2).

*The port of Irises in the commune of Yverdon-les-bains (VD) is subject to a chronic sedimentation, mainly in its entrance area (Fig. 1). The deposit of sediments in this area requires an annual dredging.*

*To avoid this phenomenon the construction of a dyke located on the North-East shore upstream of the port is proposed by the communal project engineer. The aim is to counter sediment transportation towards the port. This study is done in two stages. The first study stage made it possible to evaluate the current situation. The second stage is directed towards the optimisation of the solution suggested by the engineer to stop sedimentation (Fig. 2).*



Figure 1: a) partie sud du lac de Neuchâtel, en pointillés, le port des Iris ; (b) détail du port des Iris / (a) south part of Lake of Neuchatel, Iris port in dotted lines; (b) aerial photo of Iris port

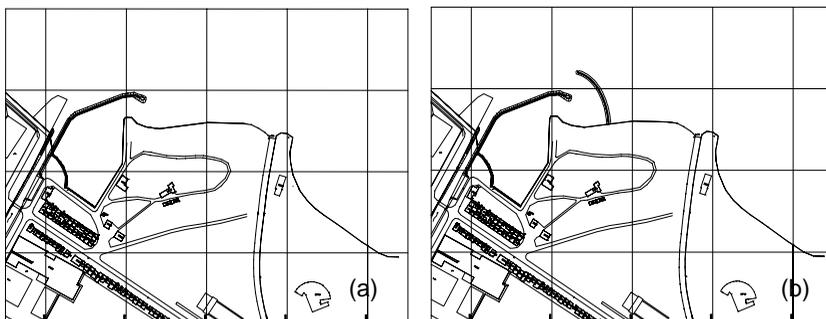


Figure 2: Zone du modèle local a) état actuel, b) avec la digue de protection / Zone of local model; a) present situation, b) with protection dyke

L'étape 1 a démontré qu'en régime de Bise, des courants littoraux parallèles à la rive se propagent du nord-est en direction du port. Suivant la période de retour des vagues générées, ces courants peuvent induire un charriage de matériaux solides sur le fond lacustre. Plus concrètement, cette première partie a mis en évidence les points suivants :

a) Analyse historique et observation in situ : l'analyse historique confirme

The first stage showed that in the case of a North wind regime, the littoral currents parallel to the shoreline are propagated to the North-East in the direction of the port. According to the period of return of the generated waves, these currents can induce a solid material charging on the lake bottom. The first stage highlighted the following points:

a) Historic analysis and in situ inspection: The historic analysis

l'existence de dépôts solides dans la région située au nord-est de l'entrée du port. Ces dépôts sont facilement mobilisables en cas de forte Bise. Les observations réalisées in situ par régime de Bise, grâce à la mesure des trajectoires de flotteurs, ont confirmé l'hypothèse de courants littoraux moteurs du transport solide.

b) Analyse théorique des sollicitations du site : L'analyse théorique d'événements de vent de différentes périodes de retour ( $T_r=1-10-20-50$ ans) a permis de définir l'ordre de grandeur des vagues incidentes au port des Iris avant déferlement. La gamme des hauteurs pour les différentes périodes de retour varie entre 0.4 et 2.8m, pour des périodes comprises entre 2.8 et 5.8s. Les valeurs du calcul théorique sont utilisées comme conditions de bord pour la modélisation numérique.

c) Modélisation numérique des vagues et des courants : La modélisation numérique des vagues a fourni l'ordre de grandeur des hauteurs de vagues à proximité de l'entrée du port. Ces vagues proches seront utilisées dans l'étape 2 de l'étude comme condition de bord dans le modèle à petite échelle. Le calcul hydrodynamique effectué à l'aide du logiciel Mike21 a permis de quantifier les courants littoraux dans toute la région du port pour une période de retour moyenne ( $T_r=10$  ans) et une condition de lac bas.

La présente étude offre ainsi une meilleure compréhension (qualitative et quantitative) de l'hydrodynamique de la région du port, responsable de son ensablement. L'analyse historique et les observations in situ ont été validées par la modélisation numérique qui fournit des résultats concordant avec les processus dynamiques identifiés. L'étape suivante, basée sur ces résultats

*confirmed the existence of solid deposits in the area located North-East of the entry of the port. These deposits can easily be mobilized in presence of a strong North wind. The in situ observations carried out in North wind regime by following the trajectories of floats, confirmed the assumption of driving littoral currents of solid transport.*

*b) Theoretical analysis of site requests: The theoretical analysis of wind regime with different return periods ( $T_r=1-10-20-50$  years) made it possible to define the order of magnitude of the incidental waves in the port of Irises. The wave height range for different return periods varies between 0.4 and 2.8m, for periods ranging between 2.8 and 5.8s. The values of theoretical calculation are used as boundary conditions for numerical modelling.*

*c) Numerical Modelling of the waves and currents: The numerical modelling of the waves provided the range of the wave height magnitude near the entry of the port. These wave characteristics will be used as a boundary condition in the model on a small scale in the second stage of the study. The hydrodynamic calculation, carried out using the Mike21 software, allowed quantifying the littoral currents in the area of the port for an average return period ( $T_r=10$  years) and shallow lake conditions.*

*The present study provided a better comprehension (qualitative and quantitative) of the hydrodynamics of the area of the port. The historic analysis and in situ inspections were validated by numerical modelling, the results of which are in agreement with the identified dynamic processes. Based on these results the second stage is devoted to the detailed hydrodynamic*

tats, sera consacrée à l'étude détaillée de l'hydrodynamique du port des Iris et à l'influence d'une digue construite à l'amont nord-est de son entrée sur l'ensablement de son enceinte.

*study of the port of Irises and investigates the influence of constructed dykes on the sedimentation problem.*

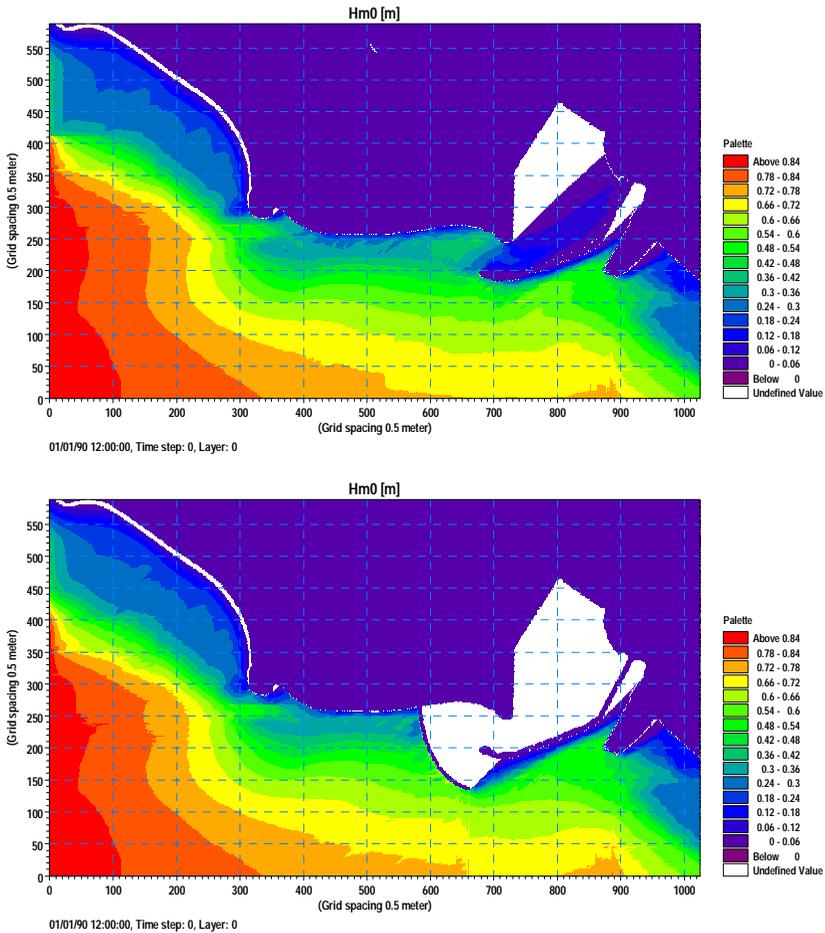


Figure 3: Vagues pour une période de retour de 20 ans. En haut : état actuel, en bas : avec la digue de protection

Les résultats de la simulation numérique effectuée à l'échelle locale, avec et sans la digue proposée, mettent bien en évidence la nature des sollicitations dans la région du port. Il apparaît

*In the second stage, the results of the numerical simulation, with and without the proposed dyke, present the effect of the dyke on sedimentation problem in the area of the port. It appears nota-*

notamment que si la digue projetée protège efficacement le port de l'effet des vagues (Fig. 3) elle crée un courant de retour dans la nouvelle zone d'entrée (Fig. 4). Ce phénomène favorise la création de dépôts à cet endroit, ce qui va à l'encontre de l'effet recherché.

bly that the dyke protects the port from the wave effects (Fig. 3) but it creates effectively a return current in the new entry area (Fig. 4). This phenomenon reinforces the creation of deposits in this place, which goes against the desired effect.

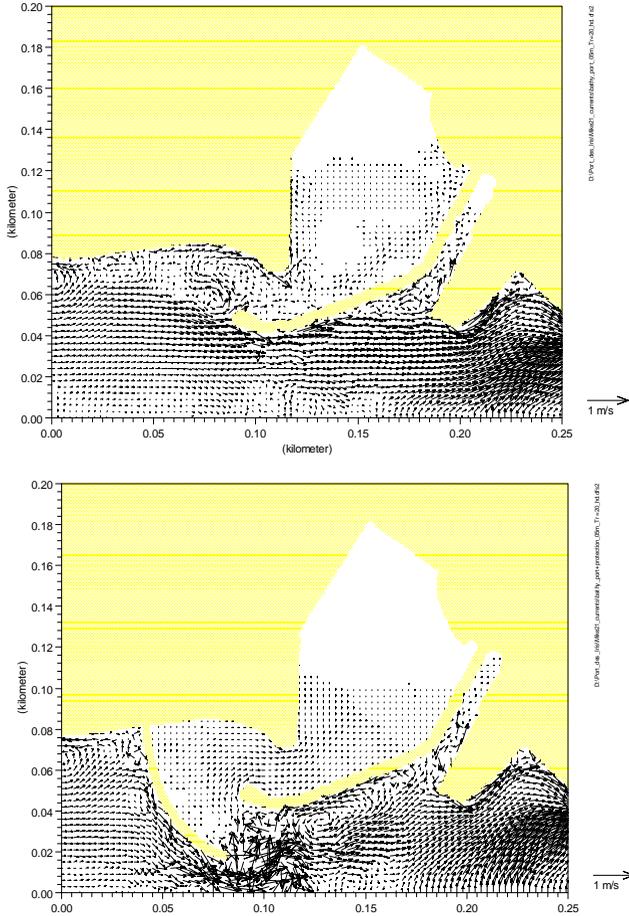


Figure 4: Modélisation numérique des courants pour une période de retour de 20 ans. En haut : état actuel, en bas : avec la digue de protection / Numerical model of currents for return period of 20 years. On top: present situation; on bottom: with protection dyke

La création d'une brèche dans la digue projetée, dans l'objectif de créer un courant canalisé de part et d'autre de son extrémité aval, permettrait peut-être de résoudre ce problème. Une solution de ce type devrait être examinée par modélisation numérique après discussion avec l'ingénieur de projet concernant son opportunité.

Etude confiée par la Commune d'Yverdon-les-bains

Ingénieure de projet : Azin Amini

*Perhaps constructing a breach in the dyke (in order to create a current which passes through both sides of the dyke) would make it possible to solve this problem.*

*Study entrusted by the Commune of Yverdon-les-bains*

*Project engineer: Azin Amini*

### **1.2.13 Déchargeurs de la centrale de Cusset, Etude expérimentale sur modèle physique / Turbine bypass of the Cusset power plant, experimental study by physical model**

L'aménagement hydroélectrique au fil de l'eau du Cusset est un ouvrage de retenue et de prise d'eau dans lequel est aménagée la salle des machines d'une longueur de 153 m. La centrale est équipée de 15 groupes Kaplan de 3,8 à 4,8 MW turbinant un débit unitaire de 44 à 55 m<sup>3</sup>/s. Le débit d'équipement de l'aménagement est limité à 640 m<sup>3</sup>/s.

Trois conduits existants vont être réaménagés dans l'usine en vue de servir d'ouvrages de décharge pour un débit fixé à 400 m<sup>3</sup>/s au total. Ce débit est réparti de la manière suivante :

- 200 m<sup>3</sup>/s dans le déchargeur implanté dans le pertuis D8
- 2 x 100 m<sup>3</sup>/s dans les déchargeurs implantés dans les pertuis E1 et E3.

Ces ouvrages à réaliser devront :

- entrer en fonction à débit nominal dans un délai de 1 minute après déclenchement de groupes,
- garantir la sécurité du personnel et des tiers ainsi que la pérennité des ouvrages durant l'ouverture et la fermeture des vannes.

*The Cusset run-of-river powerplant comprises an intake facility and a 153 m long machine hall. The power plant is equipped with 15 Kaplan turbines from 3.8 to 4.8 MW with an installed discharge of 44 to 55 m<sup>3</sup>/s each. The design flow of installation is limited to 640 m<sup>3</sup>/s.*

*Three existing conduits will be refitted in the plant in order to be used as turbine bypasses for a discharge fixed at 400 m<sup>3</sup>/s on the whole. This flow is distributed in the following way:*

- *200 m<sup>3</sup>/s in the turbine bypass established in the opening D8*
- *2 x 100 m<sup>3</sup>/s in the turbine bypass established in the opening E1 and E3.*

*These structures to be realized will have to:*

- *work as nominal discharge within 1 minute after triggering of groups,*
- *guarantee the staff safety as well as the operational safety of the structures during the opening and the closing of the gates.*

*In the objective to guarantee the*

Dans l'objectif de garantir le fonctionnement hydraulique des ouvrages projetés, le déchargeur implanté dans le pertuis D8 a été soumis à des essais sur modèle réduit.

La présente étude répond ainsi à la demande du Centre d'Ingénierie Hydraulique d'Electricité de France (EDF) formulée initialement dans son courrier électronique du 18 février 2004 puis dans son Cahier des Clauses Techniques Particulières du 4 mars 2004. Elle est conforme à l'offre N°1 2004 établie par le Laboratoire de constructions hydrauliques (LCH) de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) en date du 16 mars 2004, confirmée par le contrat EDF.

Les objectifs de l'étude sur modèle réduit sont les suivants:

- Quantification de la débitance de l'ouvrage
- Visualisation des écoulements
- Mesures, en régimes transitoires, des pressions statiques et dynamiques dans les éléments du conduit et la chambre de la vanne
- Evaluation des risques de cavitation
- Indications des sollicitations dynamiques dues à l'écoulement
- Influence de la présence de reniflards en aval de la vanne, voire optimisation de leur utilisation
- Risques de formation de vortex, de confinement d'une poche d'air, de dégazage par les reniflards, voire de séparation de la veine liquide.

Les essais seront menés en régimes permanent et transitoire. Ces derniers correspondent aux scénarios suivants :

- Ouverture de la vanne et amorçage du siphon, avec présence

*hydraulic operation of the structures, the turbine bypass implemented in the D8 opening was considered for small scale model tests.*

*The present study follows the demand of the Hydraulic Engineering Centre of Electricity of France (EDF) that was initially formulated in an electronic mail on February 18<sup>th</sup>, 2004 then in the terms of Particular Technical specifications of March 4<sup>th</sup>, 2004. It is in accordance with the N°1 2004 offer established by the Laboratory of Hydraulic Constructions (LCH) of the Federal Institute of Technology Lausanne (EPFL) on March 16<sup>th</sup>, 2004, and confirmed by the EDF contract.*

*The objectives of the study on small-scale model are as follows:*

- *Quantification of the hydraulic capacity of the structure*
- *Visualization of the flow behaviour*
- *Measurements in transient flow of the static and dynamic pressures in the elements of the conduit and the casing of the gate*
- *Evaluation of cavitation risk*
- *Indications of the dynamic load due to the flow*
- *Influence of the presence of air vents downstream of the gate, and eventually optimization of their use*
- *Risks of vortex formation, containment of air entrainment, degasification by the air vents, and eventually separation of the liquid vein.*

*The tests will be carried out in steady and transient flow regime. The latter correspond to the following cases:*

- *Opening of the gate and priming of the siphon, with the presence of 2 control sections of the flow:*

de 2 sections de contrôle de l'écoulement : vanne et béquet aval

- Fermeture de la vanne et désamorçage du siphon.

Compte tenu des phénomènes à étudier et des débits considérés, le modèle a été réalisé à l'échelle géométrique 1:20. Les principaux éléments de l'installation expérimentale sont, de l'amont vers l'aval (Figure 1):

- Un bassin d'alimentation amont avec grille de tranquillisation et déversoir de trop-plein mobile pour la régulation du niveau d'eau amont.
- La zone de retenue située à proximité de l'entrée du déchargeur et latéralement à celui-ci.
- La maquette du déchargeur avec la vanne sous carter étanche, les 3 reniflards de 400 mm de diamètre en aval et le béquet aval amovible.
- Le lit du Rhône (non érodable) en aval de l'ouvrage de décharge.
- Un bassin de restitution équipé d'un déversoir de régulation du niveau aval.

*gate and downstream splitter.*

- *Closure of the gate and depriming of the siphon.*

*Taking into account the studied phenomena and considered discharges, the model was realized on a geometrical scale 1:20. The principal elements of the experimental installation from upstream to downstream are (Figure 1):*

- *An upstream water basin with a tranquilizing screen and a mobile overflow weir for the regulation of the upstream water level.*
- *The water storage zone located near the entry of the conduit and laterally to this one.*
- *The scale model of the conduit with the gate in tight casing, the 3 air vents with a diameter of 400 mm in the downstream part and the removable splitter at the end.*
- *The bed of the Rhone River (not erodible) in the downstream part of the conduit.*
- *A restitution basin equipped with a mobile overflow weir for the regulation of downstream water level.*



Figure 1: Vue d'ensemble de l'installation expérimentale / Overall view of the experimental installation

Avant le démarrage des essais proprement dits, l'installation expérimentale a fait l'objet d'une procédure d'étalonnage destinée à permettre le réglage et le contrôle du débit et des niveaux amont et aval de l'usine.

Tous les essais ont été réalisés à niveau de retenue normale en amont de l'usine, RN: 179.72 NGF et au niveau aval correspondant aux plus basses eaux, PBE: 165,20 NGF. Ces essais ont été conduits avec des temps d'ouverture/fermeture de vanne correspondant à 1 minute, respectivement 10 minutes, à l'échelle du prototype.

La formation de vortex à l'entrée de l'ouvrage est examinée sur la base d'observations sur le modèle en abaissant progressivement le niveau de retenue et par application comparative de diverses formules issues de la littérature spécialisée.

En dernier lieu, des mesures de vitesses ont été faites dans le bassin aval à la sortie du déchargeur pour documenter les conditions de restitution du jet.

Les capteurs utilisés pour la mesure des niveaux d'eau et des pressions dynamiques sont raccordés à un système d'acquisition automatisé programmé dans l'environnement LabView.

L'analyse statistique des mesures de pression repose sur les caractéristiques suivantes :

- Valeurs moyennes, maximale, minimale et écart-type de la séquence de mesure.
- Distribution de fréquence des valeurs mesurées.
- Densité spectrale énergétique de l'amplitude du signal.

L'étude sur modèle du déchargeur de

*Before starting of the tests, the experimental installation was calibrated in order to allow the regulation and control of discharge and water level of the upstream and the downstream basin.*

*All the experimental tests were realized with upstream water level in reservoir of the power system as RN: 179.72 NGF and downstream water level corresponding to the lowest one as PBE: 165.20 NGF. These tests were carried out with opening and closing time of the gate corresponding to 1 minute and 10 minutes respectively, on the prototype scale.*

*The vortex formation at the entrance of the conduit is examined on the basis of flow observation in the model by lowering the water surface of the upstream basin and by the comparative application of various formulas resulting from the specialized literature.*

*Finally, velocity measurements were made in the downstream basin and at the outlet channel of the conduit in order to judge the restitution of the jet conditions.*

*The sensors used for the measurement of the water levels and the dynamic pressures are connected to an acquisition system that is programmed in the LabView environment.*

*The statistical analysis of the pressures is done on the following characteristics:*

- *Average values, maximum, minimal and standard deviation of the measurement sequence*
- *Frequency distribution of the measured values*
- *Spectral energy density of the amplitude of the signal.*

*The model analysis of the turbine bypass of the Cusset power plant made it possible to explore the hydraulic*

la centrale de Cusset a permis d'explorer le comportement hydraulique de l'ouvrage. Les principaux enseignements de ces investigations peuvent se résumer comme suit :

- L'entonnement de l'écoulement à l'embouchure du conduit est marqué par la présence de vortex dus à un degré de submersion insuffisant. L'arrondissement des formes du caisson supérieur de la section d'entrée a permis de réduire sensiblement la force des vortex, sans toutefois empêcher l'entraînement d'air dans le conduit.
- La débitance du déchargeur est fortement dépendante du fonctionnement des reniflards installés au plafond du conduit à l'aval immédiat de la vanne. Avec les reniflards fermés, elle varie entre 185 et 195 m<sup>3</sup>/s, avec les reniflards ouverts la perte de capacité est de l'ordre de 37% avec des débits variant entre 117 et 123 m<sup>3</sup>/s selon les niveaux amont et aval considérés. Cette perte est d'autant plus importante que le niveau de retenue amont est bas, en raison de l'augmentation de l'entraînement d'air.
- En phase d'ouverture de la vanne, le becquet aval joue un rôle déterminant pour l'amorçage du siphon. Les essais réalisés en l'absence de cet organe n'ont pas abouti à la mise en pression de la partie aval du conduit.
- Les pressions mesurées en 25 points à l'intérieur du conduit mettent en évidence un niveau de turbulence plus élevé avec les reniflards fermés. Les zones de forte turbulence se rencontrent dans l'entonnement du conduit

*behaviour of the flow in the conduit. The principal points of these investigations can be summarized as follows:*

- *The flow entrance to the conduit is influenced by the presence of vortex due to an insufficient degree of submersion. The round shape of the upper part of the intake made it possible to reduce the force of the vortex appreciably, however without the prevention of air entrainment in the conduit.*
- *The rating curve of the conduit is strongly depend on the operation of the air vents that are installed immediately downstream of the gate. With closed air pipes, the discharge varies between 185 and 195 m<sup>3</sup>/s; with open air pipes, the loss of capacity is about 37% and flow varying between 117 and 123 m<sup>3</sup>/s according to upstream and downstream considered water level. This loss is due to the increase in the air entrainment.*
- *In gate opening phase, the splitter in the downstream part plays an important role for the start of the siphon. The tests carried out in the absence of this splitter did not lead to have a suction flow in the downstream part of the conduit.*
- *The pressures measured in 25 piezometers inside the conduit, show a higher level of turbulence when the air vents are closed. The zones of strong turbulence are located at the entrance box of the conduit because of the effect of air entrainment and in the sill of the splitter.*
- *With the closed air vents, the pressure measurements show a*

sous l'effet de l'entraînement d'air et dans le sillage du becquet.

- Avec les reniflards fermés, les valeurs indiquant une forte dépression sont toutes mesurées dans la zone de la vanne. Elles résultent de la contraction de l'écoulement à cet endroit où le risque de cavitation existe. Un meilleur profilage de la courbe supérieure du profil en long du conduit permettrait de réduire significativement cet effet.
- Les vitesses mesurées à la sortie du conduit donne une bonne image de la distribution de l'écoulement dans le bassin aval. Les vitesses les plus élevées se rencontrent le long de la paroi latérale gauche où elles sont de l'ordre de 13 m/s. La mise en place d'un déflecteur permettrait de diriger le jet vers la partie centrale du bassin aval et de dissiper partiellement l'énergie résiduelle.

Etude confiée par Electricité de France (EDF)

Ingénieur de projet : Mohammadreza Andaroodi

*strong depression for piezometers at the gate zone. This results from the contraction of the flow at this place where the risk of cavitation exists. A better shaping of the upper curve of the longitudinal profile of the conduit would make it possible to significantly reduce this effect.*

- *The velocity measured at the outlet of the conduit gives a good view of the distribution of the flow in the downstream basin. The highest velocity values are located along the left sidewall where they are about 13 m/s. The installation of a deflector would make it possible to direct the jet towards the central part of the downstream basin and to dissipate partially the residual energy.*

*Study entrusted by Electricité de France (EDF)*

*Project engineer: Mohammadreza Andaroodi*

### **1.2.14 Standardisation des ouvrages de génie civil des petits aménagements hydroélectriques et développement d'un outil d'optimisation / *Standardization of civil engineering works of small hydropower plants and development of an optimisation tool***

Le petit aménagement hydroélectrique a été identifié en tant qu'une des sources d'énergie importantes qui peut fournir l'énergie utile et non interrompue aux communautés ou aux industries rurales. Ces centrales hydrauliques sont identifiées comme sources renouvelables d'énergie, économiques, non polluantes, durables pour l'environnement et idéales pour l'électrifica-

*A small hydropower plant has been identified as one of the important energy sources that can provide convenient and uninterrupted energy to remote rural communities or industries. This hydropower is recognized as a renewable source of energy, which is economic, non polluting and environmentally sustainable and ideal for rural electrification. Small-scale hydro*

tion rurale. Des aménagements hydrauliques de petite taille sont typiquement définis en tant qu'ayant une capacité installée de moins de 10 MW.

Les petites centrales hydrauliques méritent d'avoir leur développement accéléré dans la plupart des parties du monde et des pays en voie de développement. En Europe, les petits aménagements hydroélectriques représentent environ 7% de la génération hydraulique totale. Leur nombre en Suisse est d'environ 1100 d'une capacité installée de 750 MW.

Les composants principaux des ouvrages de génie civil d'un petit aménagement hydroélectrique sont montrés sur la Figure 1. Chaque composant sert un but spécifique.

*schemes are typically defined as having an installed capacity of less than 10 MW.*

*Small hydro deserves to have its development accelerated in most part of the world and developing countries. In Europe, small hydropower accounts for approximately 7% of total hydro generation. The number of such plants in Switzerland is about 1100 with the installed capacity of about 750 MW.*

*The principal components of the civil works of a small hydropower scheme have been shown in Figure 1. Each of these components serves specific purpose.*



Figure 1: Composants principaux d'un petit aménagement hydroélectrique / *Main components of a small hydropower plant*

Dans le développement des petites centrales hydrauliques, on observe un manque de procédures simples, généralement applicables et des méthodes de réalisation. L'intérêt porté à cette ressource d'hydroélectricité augmente mais peu de guides édités existent pour la conception de tels projets.

Cette étude a été consacrée pour four-

*In development of such small plants, the lack of simple generally applicable procedures and methods of realization is observed. The interest of small hydropower resources is increasing but few published guides exist for the design of such projects.*

*This study has been devoted to provide a general guidance in regard to the*

nir des conseils généraux en vue de la conception et la réalisation des composantes les plus importantes de tels aménagements hydrauliques.

La présente étude a pour but de standardiser la conception des composantes principales des petits aménagements hydroélectriques à hautes chutes pour les ouvrages du génie civil. Elle précise ces solutions et méthodes qui sont pensées pour être plus facilement applicables dans les circonstances données.

Les objectifs principaux du travail peuvent être récapitulés comme suit:

- Standardisation des structures principales d'un petit aménagement hydroélectrique en fonction des paramètres de conception, comme le débit et la chute, avec l'accent sur la haute chute.
- Développement des plans d'étude paramétriques des structures principales et des fonctions de coût de construction
- Implémentation des structures standardisées dans un outil d'optimisation général applicable pour la disposition des petits aménagements hydroélectriques

Pour la standardisation des petites centrales hydrauliques, différentes phases ont été considérées:

Les critères de dimensionnement pour la conception de travaux du génie civil et les composantes structurales et hydrauliques principales:

- Prise d'eau (Tyrolienne ou latérale)
- Dessableur
- Canal d'amenée à écoulement libre (ouvert et enterré)
- Chambre de mise en charge et transition à l'écoulement en

*design and realization of the most important components of such small plants.*

*The present study will undertake to standardize the design of the main components of small high head hydropower plant for the civil engineering work. It points out those solutions and methods that are thought to be more easily applicable under the given circumstances.*

*The main objectives of the work can be summarized as below:*

- *Standardization of main structures of a small hydropower plant as a function of the design parameters, like discharge and head, with focus on high head power plant*
- *Development of parameterised, design drawings of the main structures and construction cost functions*
- *Implementation of the standardized structures in a general applicable optimisation tool for the layout of the hydropower plant*

*For the standardization of small hydropower plants different phases have been considered:*

*Design criteria for civil engineering works, structural and hydraulic design of the main component:*

- *Intake (Tyrolian weir, side intake)*
- *Settling basin and rock trap*
- *Free surface flow canal (open air and buried)*
- *Forebay and transition to pressure flow*
- *Penstock with fixed points (anchor blocks)*

*Standardization of structures as a function of the design parameters:*

charge

- Conduite forcée avec les points fixes (ancrages)

Standardisation des structures en fonction des paramètres de conception:

- Les géométries standardisées comme des dimensions concrètes, des détails de construction et des dimensions en acier.
- Dessins paramétriques avec le volume d'excavation, la surface de coffrage et l'armature
- Fonctions de coût de construction (basées sur des paramètres de conception et des prix unitaires)

Implémentation d'outil d'optimisation:

- Revue et généralisation de l'outil d'optimisation existant "POPEYE" et préparation d'une version anglaise
- Implémentation des structures et des fonctions de coût standardisées dans des stratégies d'optimisation
- Dérivation des règles générales pour des stratégies d'optimisation

Mesures d'intégrations environnementales des structures:

- Différentes incidences sur l'environnement dues à la production énergétique

L'étude est menée dans le cadre du projet européen "Thematic Network on Small Hydropower (TNSHP)" sous l'égide du 5<sup>ème</sup> programme cadre (FP5).

Etude menée dans le cadre du projet européen "Thematic Network on Small Hydro Power"

Ingénieur de projet : Mohammadreza Andaroodi

- *Standardized geometries like concrete dimensions, construction details and steel dimensions.*
- *Parameterised design drawings with excavation concrete volume, formwork surface and reinforcement.*
- *Construction cost functions (based on design parameters and unit prizes)*

*Implementation of optimisation tool:*

- *Review and generalisation of existing optimisation tool "POPEYE" and preparation of an English version*
- *Implementation of standardized structures and cost functions in optimisation strategies*
- *Derivation of general rules for optimisation strategies*

*Measures of environmental integration of structures:*

- *Different environmental impacts due to energy production*

*The study is carried out in the frame of the European research project "Thematic Network on Small Hydropower (TNWHP)" under the care of the 5<sup>th</sup> programme (FP5).*

*Study carried out in the framework of the European Project "Thematic Network on Small Hydro Power"*

*Project engineer: Mohammadreza Andaroodi*

### **1.2.15 Bassin de rétention de polluants à l'usine chimique Lonza à Viège - calcul hydrodynamique avec flow3D / Hazard pollutant retention basin in the Lonza Visp chemical plant - numerical flow simulation using flow3D**

La production chimique à l'échelle industrielle avec ses processus complexes et l'utilisation de substances dangereuses présente un risque pour l'homme et l'environnement. Dans l'usine chimique Lonza à Viège, située dans la vallée du Rhône en Valais, une série de mesures ont été mises en place pour réduire ce risque au minimum, accompagnées d'une gestion professionnelle de crise. Si, malgré tous les efforts de réduction du risque, un accident avec perte de substances chimiques par le système d'évacuation de l'usine se produit, l'entreprise a l'obligation légale de disposer d'un bassin de rétention des polluants afin d'empêcher la contamination de l'environnement.

Une étude précédente, mandaté en janvier 2003, s'est concentrée sur la conception d'un bassin de rétention à construire afin de garantir la durée de rétention des contaminants. Le bassin a été conçu pour retenir une charge de pointe de polluant pendant une certaine durée dans le pire des scénarios en fonction du débit exploitation. Le débit d'eau en exploitation normale de l'usine, principalement utilisée pour le refroidissement des réactions chimiques, est de 11'000m<sup>3</sup>/h (3.06m<sup>3</sup>/s). Par un mur de séparation longitudinal dans l'émissaire de l'usine en deux écoulements dans le même canal, le débit à retenir a pu être réduit à 6'000m<sup>3</sup>/h (1.67m<sup>3</sup>/s), resp. 5'000m<sup>3</sup>/h (1.39m<sup>3</sup>/s). En cas d'accident, les eaux polluées de l'usine seront dérivées dans le bassin de rétention de polluants afin d'empêcher la contamination du Rhône à l'aval. Le bassin

*Industrial large-scale chemical production with its complex processes and hazardous substances represents a risk for man and the environment. At the Lonza Visp chemical plant, located in the central Valais Valley, a series of systems designed to reduce the risk to a minimum exists together with a professional crisis management. If, despite all the efforts to minimize the risk, an incidence with loss of chemical substances through the regular evacuation system of the plant does occur, the company has the legal obligation to provide a hazard pollutant retention basin to prevent releasing contaminants to the environment.*

*The previous study, ordered in January 2003, focused on the design of this new basin in order to guarantee the necessary retention time of a contaminant inflow. The basin is designed to retain a pollutant peak load during normal operation for a certain time lap in the worst-case scenario. The clean process water flow during normal operation, mainly used for cooling purposes during chemical reactions, is 11'000m<sup>3</sup>/h (3.06m<sup>3</sup>/s). By putting a longitudinal separation wall in the outlet channel, the divided flow discharge to retain could be reduced to 6'000m<sup>3</sup>/h (1.67m<sup>3</sup>/s), resp. 5'000m<sup>3</sup>/h (1.39m<sup>3</sup>/s). In the case of an accident, the contaminated waters of the plant will be diverted into the pollutant retention basin, preventing the downstream Rhone River from being spoiled. The rectangular basin with inclined banks has a volume of some 14'500m<sup>3</sup> at normal operation and 19'500m<sup>3</sup> at maximum water level. It has a minimum*

rectangulaire, avec des bords inclinés a un volume d'environ 14'500m<sup>3</sup> en exploitation normale et de 19'500m<sup>3</sup> à la cote maximale. Il a une profondeur variant de 4.6 à 5.7 m et une emprise globale d'environ 86 m de longueur par 50 m de largeur.

*depth varying between 4.6 and 5.7 m and an overall surface of around 86 m length and 50 m width.*

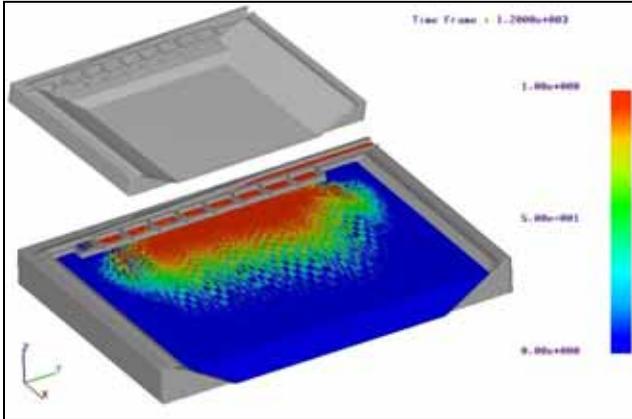


Figure 1: Vue de l'entrée du bassin avec l'ouvrage de distribution à 8 passes et la distribution de la contamination après 20 minutes pour un débit de dimensionnement de 11'000 m<sup>3</sup>/h / *View of the entry of the basin with 8 inlet openings and the contaminant distribution after 20 minutes for a design discharge of some 11'000 m<sup>3</sup>/h*

Par la suite, dans l'étude en cours, l'ouvrage d'entrée qui doit permettre une distribution uniforme du polluant sur la largeur du bassin, devait être optimisé grâce la simulation numérique 3D avec le code commercial FLOW-3D<sup>®</sup>. La contamination est considérée comme une grandeur scalaire passive dans le modèle numérique. Le profil de contamination (apport constant pendant 30 minutes avec montée et descente quasi instantanée de, resp. à zéro) a été admis identique pour chaque simulation. Plus de quarante différentes variantes ont été simulées et analysées, afin d'obtenir la durée de rétention requise et une distribution optimale de la contamination.

*In the following, during the ongoing study, the inlet work has to be optimized using a 3D numerical simulation with the commercial computational fluid dynamics solver FLOW-3D<sup>®</sup> allowing to obtain a uniform pollutant distribution over the whole width of the basin. The contamination is considered as passive scalar in the numerical model. The contamination profile (30 minutes constant contaminant input with quasi immediate raise and drop from, respectively to zero) was set identical for each simulation. More than forty different variants have been simulated and analysed, in order to obtain the desired pollutant retention time and distribution in the basin.*

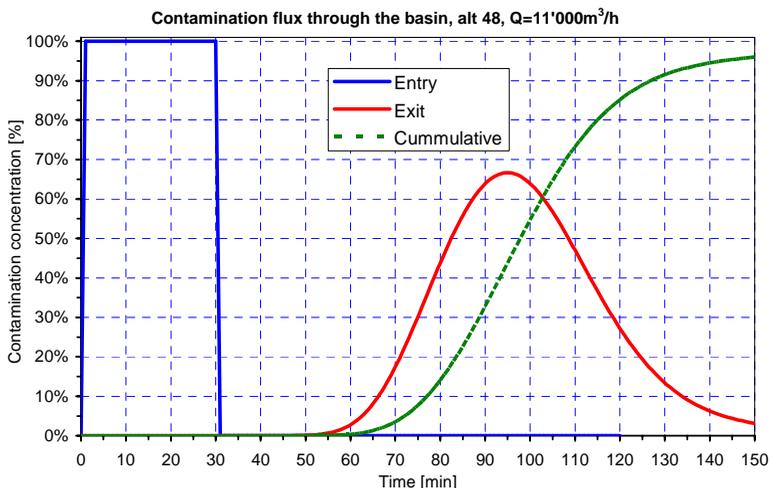


Figure 2: Evolution dans le temps de la contamination à l'entrée et à la sortie du bassin et le cumul de la restitutions pour un débit de dimensionnement de 11'000 m<sup>3</sup>/h / Time evolution of the contaminant at the inlet and outlet of the basin and cumulative outflow for a design discharge of some 11'000 m<sup>3</sup>/h

La solution retenue avec une entrée à passes multiples (Figure 1), optimisée en ce qui concerne la dissipation d'énergie cinétique et la distribution sur la largeur du polluant, dispose d'un déversoir latéral à 8 passes avec une barrière amont contre de polluants plus légers (huiles), et à l'aval une barrière à ouverture centrale, permettant une distribution quasi parfaite à l'entrée du bassin. Cette configuration permet de retenir la contamination pendant plus de 60 minutes pour un débit de dimensionnement de 11'000 m<sup>3</sup>/h (Figure 2). Le bassin est actuellement en construction (Figure 3).

Etude confiée par Lonza Walliser Werke AG, Viège.

Ingénieurs de projet: Soleyman Emami et Dr Giovanni De Cesare

The retained solution with a multiple inlet structure (Figure 1), optimized in view of the dissipation of kinetic energy and lateral pollutant distribution, allows the flow to pass over a side weir through 8 inlets, with an upstream retention barrier against floating hydrocarbons and with a downstream barrier wall with central opening. This system allows an almost perfect pollutant distribution at the entry of the basin and a contamination retention time of more than 60 minutes for a design discharge of some 11'000 m<sup>3</sup>/h (Figure 2). The basin is currently under construction (Figure 3).

Study entrusted by Lonza Valais Works Ltd, Visp.

Project engineer: Soleyman Emami and Dr. Giovanni De Cesare

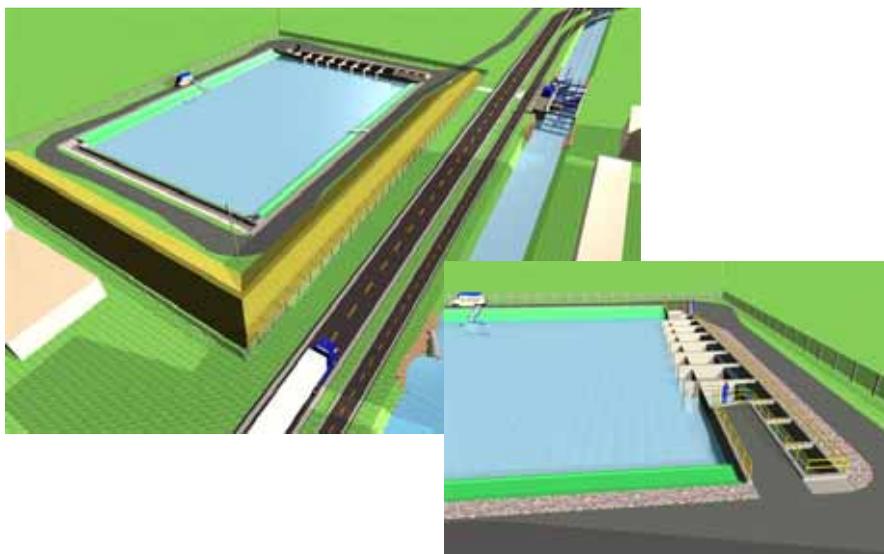


Figure 3: *Vue 3D du bassin de rétention, comme il sera réalisé / 3D View of the retention basin as it will be constructed*

#### **1.2.16 Essais d'écoulement autour d'un profil hydrodynamique NACA pour le team Alinghi / Flow tests around the hydrodynamic NACA profile for the team Alinghi**

Dans le cadre de la collaboration entre l'EPFL et le team Alinghi, ce dernier a effectué en mars 2004 des tests d'écoulement autour d'un profil hydrodynamique standard NACA 66 dans le grand canal hydraulique du LCH. Le profil métallique de 1200 mm de corde, de 1500 mm d'envergure et de 192 mm d'épaisseur, pesant plus de 120 kg, a été installé dans le canal hydraulique de 43 m de longueur et d'une largeur utile de 1.5 m. Le débit utilisé donnait une vitesse d'approche sur le profil de l'ordre de 400 mm/s.

*Within the frame of the collaboration between EPFL and the team Alinghi, the latter carried out in March 2004 flow tests around a hydrodynamic standard NACA 66 profile in the large hydraulic flume of the LCH. The metal profile consisting of a rope 1200 mm long, 1500 mm high and 192 mm thick, weighing more than 120 kg, was installed in the 43 m long hydraulic flume with a useful width of 1.5 m. The discharge into the flume gave an approach velocity on the profile of some 400 mm/s.*



Figure 1: Vue de l'ensemble de l'installation de test d'écoulement dans le grand canal hydraulique avec le profil NACA 66, le canal et les divers capteurs de mesure, dont un capteur à ultrasons à effet Doppler UVP pour la mesure de profils de vitesses / *View of the full flow test installation in the large hydraulic flume of LCH with the NACA 66 profile mounted in the flume and the various measurement devices including a UVP Doppler ultrasound transducer for velocity profile measurements*

Le team Alinghi a effectué des tests d'étalonnage de capteurs de flux thermique situés sur la surface du profil. La participation du LCH aux mesures portait essentiellement sur la détermination des profils de vitesse et les fluctuations de l'écoulement à l'amont sur l'axe et latéralement au profil, sur la mesure du niveau d'eau et du débit dans le canal. Les mesures des profils de vitesse ont été effectuées sur toute la profondeur avec l'Instrument UVP-Duo de Met-Flow SA avec une fréquence du transducteur de 4 MHz, le niveau d'eau grâce à un limnimètre manuel et le débit exact par le système de régulation interne de la halle d'hydraulique, entièrement modernisé en 2003.

Etude effectuée par team Alinghi.  
Ingénieur de suivi de projet:  
Dr Giovanni De Cesare

*The team Alinghi carried out calibration tests of heat flux sensors located on the surface of the profile. The participation of the LCH was primarily the measurement of vertical velocity profiles and their fluctuations upstream on the axis and laterally to the profile, the measurement of the water level and the discharge in the flume. Velocity profile measurements were carried out using the Met-Flow UVP-Duo instrument with transducer frequency of 4 MHz, a manual water level gauge was used for water depth determination and the exact discharge measured by the internal regulation system of the hydraulic loops, entirely modernized in 2003.*

*Study carried out by team Alinghi.*

*Project engineer:  
Dr. Giovanni De Cesare*

### **1.2.17 Gestion durable des sédiments dans des réservoirs alpins tenant compte des aspects écologiques et économiques / Sustainable Management of alpine reservoirs considering ecological and economical aspects**

Le LCH participe au projet de coopération transeuropéenne entre la Suisse et l'Union européenne sur l'arc alpin. L'initiative communautaire INTERREG III (2000-2006) vise à stimuler la coopération interrégionale dans l'Union Européenne et des pays voisins par région (Espace alpin, Méditerranée, Europe du Nord-Ouest, etc.). Elle est financée par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER). INTERREG est conçu pour contribuer au renforcement de la cohésion économique et sociale de l'Union européenne, en encourageant le développement équilibré du territoire à travers la coopération transfrontalière, transnationale et interrégionale. L'Espace alpin comporte l'arc alpin ainsi que les piémonts et les plaines avoisinantes, des zones côtières bordant la Méditerranée y compris l'Adriatique, des portions des grandes vallées du Danube, du Pô, de l'Adige, du Rhône et du Rhin.

Le projet intitulé ALPRESERV traite le sujet de la gestion durable des sédiments dans les réservoirs alpins tenant compte des aspects écologiques et économiques ("Sustainable Management of ALPine RESERVoirs considering ecological and economical aspects"), et il s'étend sur trois ans de 2004 à 2006. Un groupe de coordination avec participation du LCH assure l'organisation et la gestion du projet.

#### **Partenariat**

Sous la direction de l'Institut des Ressources en eau de l'Université des Forces Armées Allemandes, 17 partenaires en provenance de l'Allemagne

*The LCH is participating in the transeuropean Alpine Space cooperation project between Switzerland and the European Union. The INTERREG III (2000 – 2006) initiative on a community level aims to stimulate the interregional cooperation within the European Union and the neighbouring countries per region (Alpine Space, Mediterranean Sea, North-Western Europe, etc.). It is financed by the European Regional Development Fund (ERDF).*

*INTERREG has been founded in order to contribute to the reinforcement of the economical and social cohesion of the European Union, encouraging an equilibrated development of the territory by crossing the borders and hence through transnational and transregional cooperation. The Alpine Space comprises the mountainous area in the geographical sense as well as the surrounding foothills and lowlands, a small part of the Mediterranean coastal area including the Adriatic, parts of the great river valleys of the Danube, Po, Adige, Rhône and Rhine.*

*The project called ALPRESERV works on sustainable management of ALPine RESERVoirs considering ecological and economical aspects, and it is foreseen to take place in the period between the years 2004 and 2006. A coordinating group with the participation of the LCH is responsible for the organisation and administration of the project.*

#### *Partnership*

*Under the guidance of the Institute for Hydrosience of the German Armed Forces University, 17 partners from*

(3 partenaires), de l'Autriche (5), de l'Italie (4), de la Suisse (4) et de la Slovénie (1) sont réunis dans le projet commun ALPRESERV pour élaborer des stratégies transnationales de gestion des sédiments dans des réservoirs alpins. Le partenariat est composé d'administrations publiques, d'exploitants ou propriétaires d'aménagements hydroélectriques, d'institutions de recherche et d'organisations non gouvernementales (ONG). Ce groupement, constitué d'administrations, d'entreprises privées, de scientifiques et autres parties prenantes, garantit un réseau d'excellence et une intégration de toute une variété d'aspects, d'opinions et de savoir concernant la gestion des sédiments.

*Germany (3 partners), Austria (5), Italy (4), Switzerland (4) and Slovenia (1) have gathered together in the common project ALPRESERV to work on transnational strategies of sediment management in alpine reservoirs. The partnership consists of State Authorities, hydro power companies, Research institutions and Non-Governmental Organisations (NGOs). The composition of administrations, companies, scientists and stakeholders guarantees an excellent networking as well as the integration of a whole variety of aspects, opinions and knowledge concerning sediment management issues.*

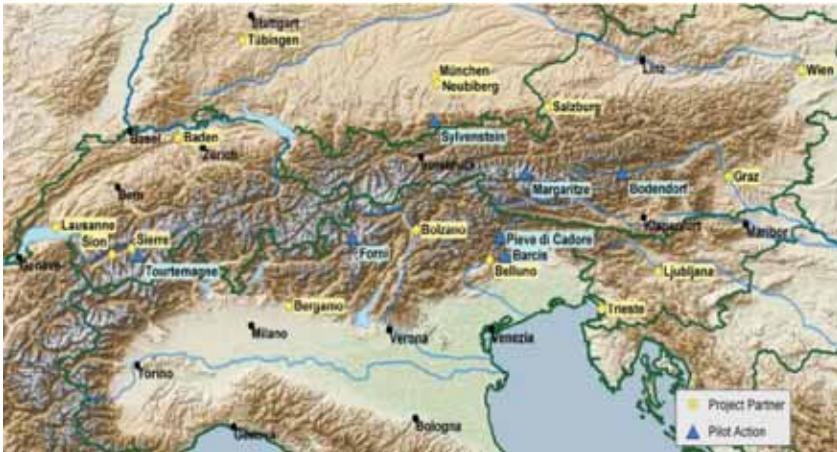


Figure 1: Région considérée dans le projet “ALPRESERV” ave indications des partenaires et projets pilotes / *considered region of the “ALPRESERV” project with indication of partners and pilot project sites*

Les partenaires Suisses sont les suivants :

- Le laboratoire des constructions hydrauliques de l'EPFL, LCH
- L'association suisse pour l'aménagement des eaux, SWV

*The Swiss partners are the following:*

- *The Laboratory of Hydraulic Constructions of the EPFL, LCH*
- *The Gouggra Hydropower SA, FMG*
- *The Swiss Association for Water Resources Management, SWV*

- Le service des forces hydrauliques du canton du Valais, SFH
- Les forces motrices de la Gougra SA, FMG

#### Projet

Le projet vise principalement sur le transfert de connaissances, la recherche en commun des meilleures solutions pratiques pour réduire l'alluvionnement des réservoirs alpins ou même diminuer la quantité de matériel déjà déposé. Des plans de gestion des eaux au niveau des bassins versants seront lancés. Outre une vue d'ensemble de la connaissance transnationale qui sera communiquée dans sa propre série de publication, divers concepts de gestion seront examinés sur 7 sites de projets pilotes accompagnés d'investigations étendues pour pouvoir juger l'efficacité et les impacts sur les écosystèmes. Les études sont parrainées avec environ 3 millions d'Euros sur trois ans dans le cadre du programme Interreg IIIB de l'Union Européenne. La partie Suisse du projet est cofinancée à 45% par le Secrétariat d'Etat à l'économie (SECO), l'Office fédéral du développement territorial (ARE) et l'Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG), le reste étant à la charge des partenaires suisses.

#### Actions pilotes

Le choix des actions pilotes s'est fait avec l'idée de représenter les différents types d'aménagements dans l'espace alpin. A part les petits réservoirs de haute altitude (Margaritze (A), Tourtemagne (CH) et Forni (I)), des réservoirs plus grands de la région préalpine (Sylvenstein (D), Barcis (I) et Pieve di Cadore (I)) ainsi que l'aménagement au fil de l'eau de Bodendorf (A) ont été sélectionnés. Les mesures prévues sur la durée du projet de trois ans visent à

- *The Service of Hydropower Exploitation, SFH*

#### *Project*

*The project mainly aims on the transfer of knowledge, the common search for best practice solutions to reduce the sedimentation of alpine reservoirs or even to reduce the amount of already deposited material. Additional sustainable river basin oriented management plans shall be initiated. Beside comprehensive conclusions of transnational knowledge in a publication series different management concepts will be tested at 7 pilot project sites accompanied by extensive investigations to be able to judge the effectiveness and the impacts on the ecosystems. The studies are sponsored with about 3 Mio Euro throughout a working period of three years as part of the Interreg IIIB-programme of the European Union. The Swiss part is co-financed up to 45% by the State Secretariat for Economic Affairs (SECO), the Federal Office for Spatial Development (ARE) and the Federal Office for Water and Geology (FOWG), the remaining part is financed by the Swiss partners.*

#### *Pilot Actions*

*The choice of the pilot actions was governed by the idea to represent the different types of installations in alpine space. Beside high-ranged small reservoirs (Margaritze (A), Tourtemagne (CH) and Forni (I)) bigger reservoirs of the pre-alpine region (Sylvenstein (D), Barcis (I) and Pieve di Cadore (I)) as well as the reservoir of the river runoff power plant Bodendorf (A) were chosen. The measures foreseen within the three year project duration are*

minimisation de l'apport en sédiment, l'utilisation des courants de densité pour faire transiter les sédiments, les opérations de purge, la relocalisation ainsi que la réutilisation alternative des sédiments fins.

Recherche financée par le Secrétariat d'état à l'économie (SECO), l'Office fédéral du développement territorial (ARE), l'Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG) et les partenaires suisses

Responsables de projet: Dr Giovanni De Cesare, Jolanda Jenzer

*targeting on the minimization of sediment input, the use of density currents for sluicing, flushing operations, relocation as well as alternative reuse of fine sediment.*

*Research financed by State Secretariat for Economic Affairs (SECO), the Federal Office for Spatial Development (ARE), the Federal Office for Water and Geology (FOWG) and the Swiss partners*

*Persons responsible for the project: Dr. Giovanni De Cesare, Jolanda Jenzer*



Figure 2: A gauche: Sedimentation dans le reservoir Tourtmagne et en haut: vue aval du barrage / *Left: Sedimentation behind the Tourtmagne dam and above downstream view of the dam*

## 2. ENSEIGNEMENT / TEACHING

### 2.1 Cycle postgrade en aménagements hydrauliques / *Postgraduate studies in hydraulic schemes* (2003 - 2005)



Figure 1 : Excursion du 30 avril 2004 et visite de l'aménagement de Rossinière /  
*day trip on 30<sup>th</sup> April 2004 and visit of the Rossinière dam*

La troisième édition du cycle postgrade en aménagements hydrauliques a débuté le 1<sup>er</sup> octobre 2003 et une vingtaine d'étudiants suivent ce programme qui est mis sur pied en collaboration avec l'ETHZ et en partenariat avec les universités de Munich, Innsbruck et Liège ainsi que l'Institut national polytechnique de Grenoble. En 2004, les modules 2 à 5 sur un total de 8 sont traités.

#### **Institutions partenaires :**

- 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,

*The 3<sup>rd</sup> edition of the postgraduate studies in hydraulic schemes started on 1<sup>st</sup> October 2003 and about twenty participants follow this programme which is set up in collaboration with ETH Zurich and in partnership with the universities of Munich, Innsbruck and Liège as well as the "Institut national polytechnique" in Grenoble. In 2004, modules 2 to 5 out of a total of 8 modules are dealt with.*

#### **Associated institutions:**

- *the ETH Zurich, Laboratory for Hydraulics, Hydrology and Glaciology (VAW)*
- *the Technische Universität München, Germany, Institute of Hydraulic and Water Resources Engineering*

Institut für Wasserbau (IWI)

- l'Institut National Polytechnique de Grenoble, France, Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique et de Mécanique (ENSHMG)
- l'Université de Liège, Belgique, Laboratoire de Mécanique des Fluides, d'Hydrodynamique appliquée et de Constructions Hydrauliques.

### **Objectifs**

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

- *the University of Innsbruck, Austria, Institut für Wasserbau (IWI)*
- *the Institut national polytechnique of Grenoble, France, Fluid Mechanics, Civil and Mechanical Engineering School (ENSHMG)*
- *the University of Liège, Belgium, Laboratory for Fluid Mechanics, Applied Hydrodynamics and Hydraulic Constructions.*

### **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 contre les crues

- Systèmes urbains, alimentation et évacuation des eaux
- 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 sous forme de cours, d'exercices et de travaux pratiques réparties sur deux ans et se termine par la réalisation d'un travail de 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.

### **Participants à la troisième session (2003-2005)**

La troisième session est suivie par 20 candidats au cycle complet, ressortissants des pays suivants :

Bénin (1), Brésil (1), Bulgarie (1), Colombie (1), Egypte (1), Equateur (1), France (1), Iran (2), Népal (3), Suisse (8).

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

*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 courses, exercises and practical work during two years, ends with the completion of a Master's 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.*

### **Participants of the third session (2003-2005)**

*The third session is followed by 20 full time participants, citizens of the countries listed here below:*

*Benin (1) Brazil (1), Bulgaria (1), Colombia (1), Egypt (1), Equator (1), France (1), Iran (2), Nepal (3) and Switzerland (8).*

*13 remunerative training places have been organised by the Course Management*

## 2.2 Cours à l'EPFL donnés par les collaborateurs du LCH (année académique 2003/2004) / Courses at EPFL given by LCH staff (academic year 2003/2004)

### 2.2.1 Cours de 2<sup>ème</sup> cycle en génie civil / Graduate courses in Civil Engineering

**Schleiss Anton**, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, professeur ordinaire / *Ph.D., Civil Engineer, Full 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 Prof. Dr J.B. Zufferey 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 F. Werro et L. Mouvet, chargé de cours
Hydraulique fluviale et aménagements des cours d'eau / <i>Fluvial hydraulics and river training works</i>	42 heures, 5 <sup>ème</sup> semestre avec Dr K. Blanckaert

**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 <i>Hydraulic and energy networks</i>	42 heures, 7 <sup>ème</sup> semestre avec C. Rodriguez, chargé de cours

### 2.2.2 Cours de 2<sup>ème</sup> cycle en sciences et ingénierie de l'environnement / Graduate courses in sciences and environmental engineering

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

---

Hydraulique II et réseaux d'assainissement <i>Hydraulics II and sewer networks</i>	56 heures, 5 <sup>ème</sup> semestre
---	--------------------------------------

Bio-ingénierie des cours d'eau et des systèmes naturels I <i>Bio-engineering of rivers and natural systems I</i>	28 heures, 7 <sup>ème</sup> semestre
Gestion des eaux de surface II <i>Surface water management II</i>	4 heures, 8 <sup>ème</sup> semestre Cours du Prof. A. Musy

**2.2.3 Cycle postgrade en aménagements hydrauliques - session 2003 - 2005 / Postgraduate course in hydraulic schemes - 2003 - 2005 session**

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

---

- Module 3: Dimensionnement et réalisation des aménagements hydrauliques et des barrages  
*Design and construction of hydraulic schemes and dams*  
24 heures
- Module 4: Aménagements hydroélectriques  
*Hydroelectric power plants*  
10 heures
- Module 5: Aménagements de cours d'eau et protection contre les crues  
*River training works and flood protection*  
6 heures

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

---

- Module 5: Aménagements de cours d'eau et protection contre les crues  
*River training works and flood protection*  
4 heures

**De Cesare Giovanni**, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, chargé de cours / *Ph.D., Civil Engineer, Senior Lecturer*

---

- Module 4: Aménagements hydroélectriques  
*Hydroelectric power plants*  
16 heures
- Module 5: Aménagements de cours d'eau et protection contre les crues  
*River training works and flood protection*  
8 heures

**Blanckaert Koen**, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, chargé de cours / *Ph.D., Civil Engineer, Senior Lecture*

---

- Module 5: Aménagements de cours d'eau et protection contre les crues  
*River training works and flood protection*  
8 heures

**Bollaert Erik**, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, chargé de cours / *Ph.D., Civil Engineer, Senior Lecture*

---

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

**Dubois Jérôme**, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, chargé de cours / *Ph.D., Civil Engineer, Senior Lecture*

---

Module 5: Aménagements de cours d'eau et protection contre les crues  
*River training works and flood protection*  
24 heures

**Lafitte Raymond**, ingénieur civil, professeur titulaire rattaché au LCH / *Civil Engineer, Titular Professor associated to LCH*

---

Module 4: Aménagements hydroélectriques  
*Hydroelectric power plants*  
8 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 Ecole doctorale en environnement / *Doctoral school in environment***

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

---

*Hydropower and dams: benefits and concerns*  
14 hours

## 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, Civil Engineering Section*

Hydraulique appliquée I 68 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 en génie civil – semestres d'hiver 2003/2004 et d'été 2004 / *Graduate student projects and laboratory work in Civil Engineering – winter semester 2003/2004 and summer semester 2004*

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

---

#### **Projet d'aménagement de cours d'eau en Suisse romande**

Etudiants : Maillart Thomas Quentin, Verrey Fabienne – 7<sup>ème</sup> semestre

#### **Renaturation d'un cours d'eau : la Broye**

Etudiant : Hindle Julian – 7<sup>ème</sup> semestre

#### **Projet du barrage de Seymareh en Iran avec ses ouvrages annexes**

Etudiants : Michels Julien, Spagnol Pierre-Olivier, Farsah Simon – 7<sup>ème</sup> semestre

#### **Protection contre les crues d'un cours d'eau en Suisse**

Etudiant(e)s : Thierstein Mario, Hirt Stefanie, Rast Joëlle, Camandona Sylvie – 7<sup>ème</sup> semestre

#### **Projet de mini-centrale hydroélectrique en Suisse**

Etudiants : Simonin Pascal, Troxler Stefan, Morattel Vincent – 8<sup>ème</sup> semestre

#### **Projet d'aménagement et de renaturation de cours d'eau dans le canton de Genève**

Etudiante : Moukhliiss Hanane – 8<sup>ème</sup> semestre

#### **Projet du barrage voûte de Bakhtiari, en Iran, avec ses ouvrages annexes**

Etudiant(e)s : Moukhliiss Hanane, Troxler Stefan, Rast Joëlle - 8<sup>ème</sup> semestre

#### **Protection contre les crues d'une rivière en montagne: Le Kelchbach à Naters**

Etudiant(e)s : Triguero Véronique, Troxler Stefan, Fuchs Martin, Crisinel Sophie, Martinerie Remi – 8<sup>ème</sup> semestre, Vela Giro Alexandre- 6<sup>ème</sup> semestre

#### **Evacuateur de crue à la Paz (Bolivie)**

Etudiant : Nieto Jonathan – 6<sup>ème</sup> semestre

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

---

### **Etablissement d'un plan régional d'évacuation des eaux**

Etudiant : Morattel Vincent – 7<sup>ème</sup> semestre

### **Analyse et optimisation des systèmes hydroélectriques complexes en Suisse**

Etudiants : Wilhelm Michael, Martinerie Remi, Trueb Martin, Simonin Pascal – 7<sup>ème</sup> semestre

### **Développement de stratégies de gestion des crues par l'exploitation du potentiel de rétention des retenues alpines. Application au bassin versant du Rhône en Valais**

Etudiante : Hirt Stefanie – 8<sup>ème</sup> semestre

## **Laboratoires / Laboratories**

---

### **Simulation numérique du transport solide en rivière**

Etudiants : Marclay Damien, Federspiel Matteo – 5<sup>ème</sup> semestre, Morattel Vincent – 7<sup>ème</sup> semestre

### **Etude expérimentale de pressions hydrodynamiques créées par un jet à haute vitesse**

Etudiant(e)s : Nieto Bustillo Jonathan Abel – 5<sup>ème</sup> semestre, J. Federspiel Matteo – 6<sup>ème</sup> semestre, Crisinel Sophie – 7<sup>ème</sup> semestre

### **Etude d'un système d'irrigation pour le Burkina Faso**

Etudiant : Crettenand Nicolas – 6<sup>ème</sup> semestre

## **STS (Science - Technique - Société / Science - Technology - Society)**

---

### **L'influence des aménagements hydroélectriques alpins sur l'économie régionale**

Etudiants : Bartolomei Adriano, Neves Da Silva Javier, 5<sup>ème</sup> semestre

### **Hydroélectricité et climat global**

Etudiants : Thévenaz Dédric, Haldi Clewi Peter, 5<sup>ème</sup> semestre

### **Utilisation des alluvions fines dans le secteur de la construction**

Etudiant : Filliez Jérôme, 5<sup>ème</sup> semestre

### **Inventaire de l'état d'alluvionnement des retenues alpines**

Etudiants : Marclay Damien, 5<sup>ème</sup> semestre, Troxler Stefan, 7<sup>ème</sup> semestre

### **Espace vital et renaturation de cours d'eau à l'exemple de la Venoge**

Etudiant(e)s : Fuchs Martin, Wilhelm Michael, Moukhliiss Hanane, 7<sup>ème</sup> semestre

### **Libéralisation du marché d'électricité en Suisse**

Etudiant : Salvo Adrien, 5<sup>ème</sup> semestre

### **Stabilisation végétale des rives de cours d'eau**

Etudiantes : Triguero Véronique, Hirt Stefanie, 7<sup>ème</sup> semestre

### **Le risque de guerre de l'eau au Proche-Orient**

Etudiante : Rast Joëlle, 8<sup>ème</sup> semestre

## **Accidents majeurs / catastrophes dans le domaine des aménagements hydrauliques y compris les barrages**

Etudiants : Thierstein Mario, Federspiel Matteo, Morattel Vincent, 8<sup>ème</sup> semestre

### **Le franchissement des obstacles à la migration piscicole. La solution de l'ascenseur à poissons**

Etudiante : Rast Joëlle, 8<sup>ème</sup> semestre

## **2.5 Travaux pratiques de diplôme - 2003 - 2004 / *Diploma thesis work – 2003 - 2004***

### **Surélévation des barrages de Spitallamm et de Seeuferegg (Lac de Grimsel)**

En 2000, les Kraftwerke Oberhasli AG (KWO) renoncent au projet Grimsel-West et réactualisent le projet de surélévation du plan d'eau du lac de Grimsel. En surélevant les barrages de Spitallamm et de Seeuferegg de 23 m, le volume du lac peut être augmenté de 74 %.

STUCKY SA a été mandaté pour élaborer le projet de surélévation de ces deux barrages. Ce projet prévoit de surélever le barrage de Spitallamm par un épaississement à l'amont du barrage existant.

Le concept de surélévation du barrage de Seeuferegg prévoit d'épaissir le barrage existant à l'amont, de manière à garder la même pente à l'aval. Une particularité du concept de surélévation du barrage de Seeuferegg est la disposition d'évidements au droit des joints transversaux. Ces évidements se justifient pour les raisons suivantes :

- meilleure dissipation de la chaleur d'hydratation ;
- réduction des sous-pressions dans le béton et au contact béton-rocher ;
- meilleure accessibilité à la fondation pour les travaux du voile d'injection, du rideau de drainage et des éventuels travaux complémentaires dans la fondation ou en relation avec le joint entre l'ancien et le nouveau béton ;
- enfin, avantage économique (diminution du volume de béton).

Le projet prévoit, aussi bien pour le barrage de Spitallamm que pour le barrage de Seeuferegg, de traiter le joint de contact entre l'ancien et le nouveau béton par une injection de remplissage.

Après une étude économique détaillée de l'intérêt de la surélévation du plan d'eau du lac de Grimsel, une analyse statique et thermique instationnaire du barrage de Seeuferegg a été réalisé à l'aide du logiciel Z-Soil dans le cadre du travail de diplôme.

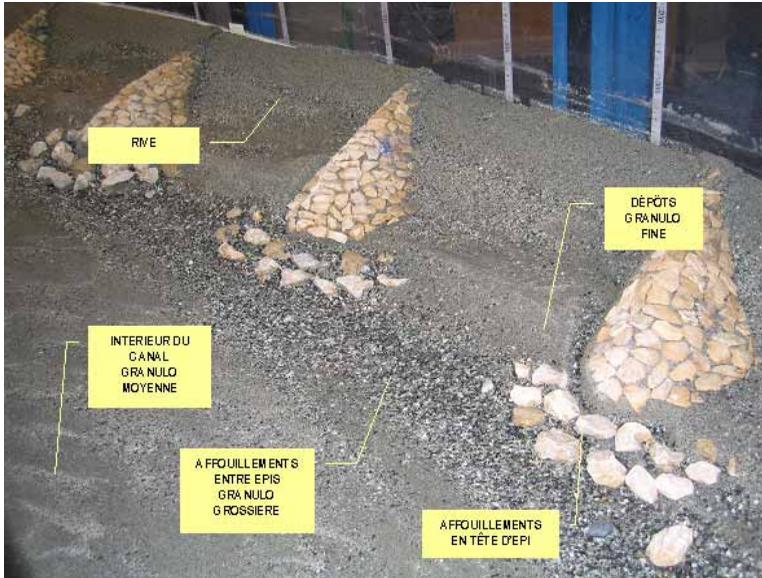
Diplômant : Thomas HOFMANN

### **Protection des rives avec des épis submersibles**

Pour la protection des rives des rivières dans le canton de Zürich, une centaine d'épis ont été construits. Les mesures de protection des rives se basent sur deux concepts différents. D'une part ils augmentent la résistance de la rive et d'autre part ils réduisent la sollicitation des rives par l'écoulement. Les enrochements corres-

pondent au premier concept. Les épis forment une protection ponctuelle avec des tronçons de rives non protégés entre eux. Les épis provoquent différentes combinaisons de vitesses et profondeurs d'eau ce qui augmente la diversité écologique et la qualité des biotypes. En plus les épis s'intègrent bien dans le paysage.

Le dimensionnement des épis se base à ce jour toujours sur des approches empiriques simples. En particulier, les connaissances pour le dimensionnement des épis submersibles sont lacunaires. Il est vraisemblable que les épis réalisés sont surdimensionnés et qu'un grand potentiel d'économie existe.



Modèle de la rive extérieure avec des épis submersibles

Le travail de diplôme englobait une analyse bibliographique sur le comportement hydraulique et écologique des épis ainsi qu'une étude expérimentale avec un type d'épis développé dans le canton de Zürich aménagé dans le canal courbe en laboratoire.

Diplômante : Rosa Maria LEON ARMAS CALDERON

### **Protection contre les crues du Kelchbach à Naters - Etude comparative sur modèles physique et numérique**

Le Kelchbach, qui traverse la commune de Naters avant de rejoindre le Rhône, est aménagé pour une capacité d'environ  $40\text{m}^3/\text{s}$ . Des débits extrêmes, pouvant dépasser les  $100\text{m}^3/\text{s}$ , constituent une menace considérable pour la ville de Naters. En 2002 un dépotoir a été réalisé à l'amont de la ville sur le Kelchbach dans le but de retenir le charriage à partir de  $20\text{m}^3/\text{s}$ . En parallèle, un projet de l'aménagement de Kelchbach à travers la ville de Naters a été élaboré. Des essais sur modèle physique ont été réalisés au laboratoire de constructions hydrauliques en 2003 et 2004.

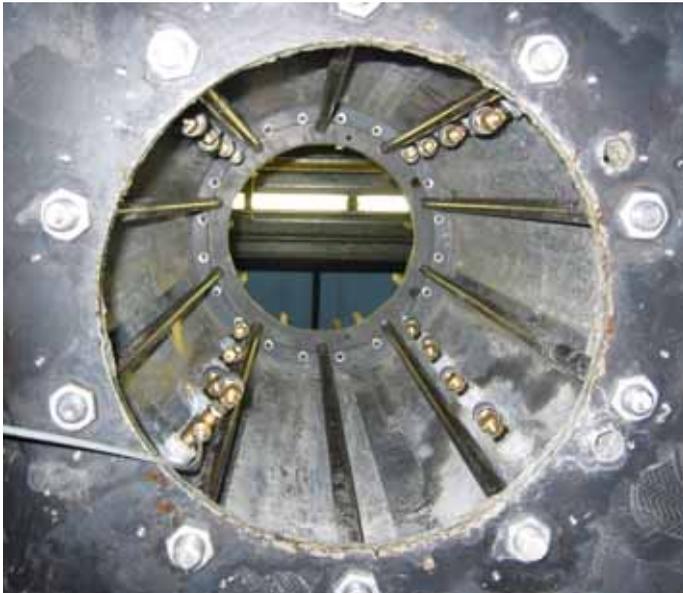
Dans le cadre du travail de diplôme, un avant-projet a été élaboré pour la variante "agrandissement du lit du Kelchbach à Naters" ainsi qu'une étude numérique concernant la problématique du transfert solide et une réalisation sur modèle physique.

Diplômante : Mathilde MAYAUD

### **Dimensionnement des blindages drainés aux soupapes contre le voilement**

Des pressions d'eau excédentaire, à l'extérieur du blindage d'un puit pendant sa vidange, peuvent être soulagées par des soupapes dans le but d'éviter le voilement du blindage. Pour que l'eau s'infiltrant dans le massif rocheux puisse s'acheminer dans le joint entre le béton de remplissage et le blindage vers les soupapes disposées le long du blindage, celui-ci doit forcément se déformer pour créer ce joint. L'ouverture du joint résulte d'une interaction entre l'écoulement souterrain vers le blindage drainé et la pression agissante à l'extérieur du blindage.

Cette interaction peut être modélisée par des théories simplifiées mais il réside une certaine incertitude dans une telle approche.



Vue du blindage drainé et des soupapes

Le travail de diplôme consistait à développer une théorie pour le dimensionnement des blindages drainés aux soupapes contre le voilement basé sur les développements réalisés par Prof. Dr. A. Schleiss dans le cadre du projet North Fork en Californie dans les années quatre-vingt. Une installation expérimentale a été conçue et des essais physiques systématiques ont été conduits pour la vérification du modèle numérique.

Diplômant : Urs WYSS, Lauréat du Prix Stucky et du prix de Cerenville

## **Gestion des crues dans le bassin versant des Dranses en Valais par l'utilisation des retenues alpines**

M. Thomaz Fernandez a effectué son travail de diplôme de l'université technique de Lisbonne au Laboratoire de Constructions Hydrauliques lors du 8<sup>ème</sup> semestre 2004.

Le travail a consisté en la modélisation hydrologique de ce bassin versant complexe en y intégrant les aménagements hydroélectriques existants. Les résultats obtenus ont permis la proposition de stratégies de gestion des aménagements lors des crues.

Diplômant : Thomaz Fernandez, Université Technique de Lisbonne (ERASMUS)

## **Effets de la géométrie des palissades sur la transmission des vagues**

Pendant l'été 2004, le laboratoire a eu l'occasion d'accueillir l'étudiant stagiaire Mathieu Métral de l'école ENGEES à Strasbourg. Pendant sa présence qui a duré 2 mois, M. Métral a collaboré avec le doctorant S. Sayah dans le cadre de son travail de recherche Erosee. Il a travaillé essentiellement sur la modélisation physique. Ainsi, il a participé aux essais de pertes de charges dans une conduite fermée due à la présence du modèle physique des barrages à claire voie. Une fois terminé ces essais, il a aidé à la construction du modèle physique des palissades ainsi qu'aux essais correspondants dans le bassin à houle. M. Métral a fini son travail au sein du laboratoire en écrivant une publication.

Diplômant : Mathieu Métral, Ecole ENGEES, Strasbourg (ERASMUS)

## **2.6 Travaux pratiques de diplôme postgrade - édition 2001-2003 / *Postgraduate diploma practical thesis work - session 2001 - 2003***

### **Digues submersibles et fusibles pour la protection contre les crues, stabilité du revêtement et érosion en pied de digue**

Ignace Maxime Assogba, HES-SO, EIVD, Yverdon

Jury: Prof. Jacques Bonvin (HES-SO, EIVD, Yverdon), Jean-Marc Ribl (RIBI SA Ingénieurs hydrauliciens, Fribourg), Jean-Louis Boillat (EPFL-LCH, Lausanne)

### **Refurbishment of Rosshaupten dam spillway for flood management: Findings from hydraulic model study**

Tilak Raj Bhattarai, Laboratory of Hydraulic and Water Resources Engineering (VAO), TUM, Germany

Jury: Prof. Theodor Strobl, Markus Aufleger (TU München, VAO, Allemagne), Albert Sepp (Ingenieurbüro, Penzberg, Allemagne), Giovanni De Cesare (EPFL-LCH, Lausanne)

### **Diagnostic et contrôle du phénomène d'eutrophisation du barrage de Keddara – Algérie**

Samir Boucherai, Bonnard & Gardel Ingénieurs Conseils, Lausanne, Suisse

Jury: Massimo Cellino (Bonnard&Gardel, Lausanne), Philippe Vioget (SESA VD, Lausanne), Jean-Louis Boillat (EPFL-LCH, Lausanne)

**Influence of the macro-roughness of a bank protection by rip-rap on bed load transport and local scouring in river bends**

Philippe Chèvre, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Laboratoire de constructions hydrauliques (EPFL-LCH), Lausanne, Switzerland

Jury: Prof. Anton Schleiss (EPFL-LCH, Lausanne), Martin Jaeggi (Hydraulique et morphologie fluviale, Ebmatingen), Daniel Hersberger (Service des routes et cours d'eau, Canton du Valais, Sion), Jean-Louis Boillat (EPFL-LCH, Lausanne)

**Stratégie de limitation des impacts hydrologiques et polluifs des eaux de ruissellement : Cas de la zone industrielle de Plan les Ouates à Genève**

Frédéric Davoli, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Laboratoire de chimie environnementale et écotoxicologie (EPFL- CECOTOX), Lausanne, Switzerland

Jury: Luca Rossi (EAWAG, Dübendorf), Prof. Aurèle Parriaux (EPFL-GEOLEP, Lausanne), Jean-Louis Boillat (EPFL-LCH, Lausanne)

**Modélisation du réseau d'adduction en eau potable de Lausanne - Diagnostic et optimisation**

Lamine Doumbouya, eauservice, ville de Lausanne, Suisse

Jury: Sébastien Apothéloz (eauservice, Lausanne), Serge Voindrot (Services industriels, Morges), Jean-Louis Boillat (EPFL-LCH, Lausanne)

**Assainissement des cours d'eau en Valais / Analyse de l'hydrosystème de la Tourtemagne**

Jean-Christophe Dufour, ESM-Ruppen Ingénieurs SA, Monthey, Suisse

Jury: Pierre-Benoît Raboud (Service de forces hydrauliques, Canton du Valais, Sion), Eric Vez (Service des routes et cours d'eau, Canton du Valais, Sion), Jean-Louis Boillat (EPFL-LCH, Lausanne)

**Erosion protection downstream of diversion tunnels using concrete prisms - Design criteria based on a systematic physical model study**

Soleyman Emami, Laboratory of Hydraulic Constructions, Swiss Federal Institute of Technology, Lausanne, Switzerland

Jury: Prof. Anton Schleiss (EPFL-LCH, Lausanne), Laurent Mouvet (Stucky Ing. Conseil, Renens), Giovanni De Cesare (EPFL-LCH, Lausanne)

**Appréciation de l'évolution morphologique du delta de la Versoix après renaturation de l'embouchure**

Sylvain Ferretti, Etat de Genève, DomEau, Genève, Suisse

Jury: Selim Sayah (EPFL-LCH, Lausanne), Walter Wildi (Institut F.-A. Forel de l'Université de Genève, Versoix), Jean-Louis Boillat (EPFL-LCH, Lausanne)

**General layout of Pa-Alam dam and power plant in Iran**

Nahideh Javaher Kalam, Stucky Consulting Engineers, Renens, Switzerland, and Mahab Ghoods, Tehran

Jury: Reynald Berthod (Stucky Ing. Conseil, Renens), Jean-Marc Regamey (Stucky Ing. Conseil, Renens), Prof. Anton Schleiss (EPFL-LCH, Lausanne)

**Influences de l'entretien des endiguements de torrents sur la carte des dangers - Etude de deux cas dans le canton de Fribourg**

Robert Jenni, Bureau Nouvelle Forêt sàrl, Fribourg, Suisse

Jury: Olivier Overney (Section des lacs et cours d'eau du Canton de Fribourg), Eric Vez (Service des routes et cours d'eau, Canton du Valais, Sion), Jean-Louis Boillat (EPFL-LCH, Lausanne)

**Prozessorientierte Analyse eines Wildbaches unter Berücksichtigung von Murgängen**

Andrej Kolenko, Teysseire & Candolfi AG, Visp, Suisse

Jury: Gian-Reto Bezzola (ETHZ-VAW), Urs Nigg (OFEG, Bienne), Giovanni De Cesare (EPFL-LCH, Lausanne)

**Optimal use of the hydropower potential of the upper catchment area of Tablachaca River in Peru - Under special consideration of the environment**

Rubén A. Madueño Luján, Elektrokraft del Peru S.A., Lima, Perú

Jury: Prof. Hans-Erwin Minor (ETHZ-VAW, Zurich), Frédéric Laufer (Elektrowatt-Ekono AG, Zurich), Prof. Anton Schleiss (EPFL-LCH, Lausanne)

**Aménagement de la Sorne à l'entrée de Delémont. Revitalisation – urbanisme – inondations**

Antoine Magnollay, BG Ingénieurs-Conseils SA, Berne

Jury: Denis Moritz (Bonnard&Gardel, Berne), Khalid Essyad (Bonnard&Gardel, Lausanne), Giovanni De Cesare (EPFL-LCH, Lausanne)

**Approvisionnement en eau potable et évacuation des eaux de l'agglomération Shkozë – Kosovo**

Memaj Agim, 10, Villars – vert, 1752 Villars sur Glâne

Jury: Jean-Louis Boillat (EPFL-LCH, Lausanne), Sébastien Apothéoz (eauservice, Lausanne), Giovanni De Cesare (EPFL-LCH, Lausanne)

**Jaugeage de la station hydrométrique de Goldach (SG) en vue de l'implantation de la nouvelle station - Performance des méthodes de régression mathématique**

Karim Michel, Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG), Berne, Suisse

Jury: Beat Sigrist (OFEG, Ittigen), Khalid Essyad (Bonnard&Gardel, Lausanne), Jean-Louis Boillat (EPFL-LCH, Lausanne)

**Augmentation du débit de dotation de la Petite Sarine en aval du barrage de Rossens**

Laurent Mivelaz, Entreprises Electriques Fribourgeoises, Direction Production Energie, 1636 BROU, Suisse

Jury: Alain Sapin (Entreprises Electriques Fribourgeoises), Thierry Jacob (Stucky Ing. Conseil, Renens), Prof. Anton Schleiss (EPFL-LCH, Lausanne)

**Hochwasserschutz Kelchbach - Modellversuche zur Überprüfung der Abflusskapazität des Kelchbachs in Naters**

Judith Monney-Ueberl, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Laboratoire de constructions hydrauliques (EPFL-LCH), Lausanne, Switzerland

Jury: Jean-Louis Boillat (EPFL-LCH, Lausanne), Dominique Bérod (Service des routes et cours d'eau, Canton du Valais, Sion), Prof. Anton Schleiss (EPFL-LCH, Lausanne)

**Optimized rehabilitation of water supply network of Goma (Dem. Rep. of Congo)**

Marc-André Mottier, CSD Ingénieurs Conseils SA, 1227 Carouge

Jury: Stefan Spang (CICR, Genève), Burnier Henri (eauservice, Lausanne), Jean-Louis Boillat (EPFL-LCH, Lausanne)

**Study of arch concrete dams constructed by RCC method**

Nima Nilipour, Stucky Consulting Engineers, Renens, Switzerland

Jury: Alexandre Wohnlich (Stucky Ing. Conseil, Renens), Andres Fankhauser (Stucky Ing. Conseil, Renens), Prof. Anton Schleiss (EPFL-LCH, Lausanne)

**Sécurité des ouvrages d'accumulation et directives de l'OFEG Application au canton de Vaud**

Alexandre Oberholzer, Office fédéral des eaux et de la géologie, Section Barrages, CH-2501 Bienne, Suisse

Jury: Henri Pougatsch (OFEG, Bienne), François Matthey (SESA VD, Lausanne), Prof. Anton Schleiss (EPFL-LCH, Lausanne)

**Schwall / Sunk – Betrieb im Oberlauf der Aare**

Irène Oppelguier, Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern, 3011 Bern, Schweiz

Jury: Giovanni De Cesare (EPFL-LCH, Lausanne), Max Ursin (KWO, Innertkirchen), Tobias Meile (EPFL-LCH, Lausanne), Prof. Anton Schleiss (EPFL-LCH, Lausanne)

**ROT – Critical analysis, benchmarking against traditional approach and decision making tool**

Sri Prakash, Electrowatt-Ekono AG, Zurich, Switzerland

Jury: Frédéric Laufer (Elektrowatt-Ekono AG, Zurich), Mark Fox (Elektrowatt-Ekono AG, Zurich), Prof. Anton Schleiss (EPFL-LCH, Lausanne)

**Flood protection in the Surb River: hazard map and measures**

Jacques Sagna, Colenco Power Engineering Ltd, Täferstrasse 26, 5405 Baden

Jury: Dieter Müller (Colenco Power Engineering AG, Baden), Valentina Feci Favara (CSD Ingénieurs Conseils SA, Carouge-Genève), Jean-Louis Boillat (EPFL-LCH, Lausanne)

**Stability of an arch gravity dam under special consideration of scour due to spillway operation**

Soheila Talebi, BOSS & ASSOCIES, Ingénieur Conseils SA, Renens, Switzerland

Jury: Hans-Erwin Minor (ETHZ-VAW), Frédéric Laufer (Elektrowatt-Ekono AG, Zurich), Prof. Anton Schleiss (EPFL-LCH, Lausanne)

## 2.7 Excursions d'étudiants / *Student field trips*

**Barrage de Rossens et Maigrauge (EEF)**, 18 étudiants du 7<sup>ème</sup> semestre en génie civil (6 février 2004)



Barrage de Rossens



Barrage de Mauvoisin

**Aménagement Veytaux-Hongrin, aménagements de Rossinière et Lessoc**, 12 étudiants de la 3<sup>ème</sup> édition du cycle postgrade en aménagements hydrauliques (30 avril 2004)

**Aménagement hydroélectrique et barrage de Mauvoisin, chantier de transformation de la prise d'eau et la vidange de fond (FMM)**, 25 étudiants de la 3<sup>ème</sup> année de génie civil (12 mai 2004)

**Barrage de la Grande Dixence / Centrale de Bieudron**, 9 étudiants de la 3<sup>ème</sup> édition du cycle postgrade en aménagements hydrauliques (27 août 2004)

**Kraftwerke Oberhasli (KWO)**, 17 étudiants de la 3<sup>ème</sup> édition du cycle postgrade en aménagements hydrauliques (24-25 septembre 2004)

**Réhabilitation des aménagements au fil de l'eau d'Augst-Wyhlen et de Laufenburg, ETRANS Dispatching Center**, 12 étudiants de la 3<sup>ème</sup> édition du cycle postgrade en aménagements hydrauliques (12 novembre 2004)

## 2.8 Livres / *Textbooks*

De Cesare G.

---

**Third International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering (3rd ISUD)**, PSI Proceedings 02-01, 2002, 156 pages, ISSN 1019-6447, Villigen PSI, Switzerland, available on-line at: <http://chwww.epfl.ch/3rd-isud/>

Lafitte R. et Hauenstein W.

---

**IHA – CME, First International Summit on Sustainable Use of Water for Energy, Chapter on Switzerland, Country Reports**, 2003, 146 pages, IHA Central Office, 123 Westmead Road, Sutton, Surrey, SM1 4JH, UK

Schleiss A. et Bollaert E.

---

**Rock Scour due to falling high velocity jets**, AA-Balkema Publishers, 2002, 263 pages, ISBN 90 5809 5185, disponible au LCH: <http://lchwww.epfl.ch/secretariat.lch@epfl.ch>

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.

---

**Foundation Vibration Analysis: A Strength-of-Materials Approach**, 2004, Elsevier, 224 pages, ISBN 075066164X  
co-author: A. J. Deeks.

**Boundary Element Methods for Soil-Structure Interaction, Chapter 3, The semi-analytical fundamental-solution-less Scaled Boundary Finite-Element Method to model Unbounded Soil**, W. S. Hall and G. Oliveto, 2003, 410 pages, ISBN 1-4020-1300-0  
co-author: Ch. Song.

**The Scaled Boundary Finite Element Method**, 2003, John Wiley and Sons, 361 pages, ISBN 0 471 486825.

**Finite-Element Modelling of Unbounded Media**, 1996, John Wiley and Sons, 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.

## 2.9 Polycopiés / Student course books

Schleiss Anton

---

**Aménagements hydrauliques**, 482 pages, septembre 2004  
disponible à la Librairie polytechnique, vente des cours: <http://www.livres.ch/bookshop@epfl.ch>.

**Barrages**, 254 pages, octobre 2004

disponible à la Librairie polytechnique, vente des cours: <http://www.livres.ch/bookshop@epfl.ch>

**Nouveaux modèles d'organisation contractuelle, Projets BOT-BOO-BOOT.**

19 pages, janvier 2002

disponible au LCH: <http://lchwww.epfl.ch/secretariat.lch@epfl.ch>.

**Aménagements de cours d'eau**, 91 pages, décembre 2003

disponible à la Librairie polytechnique, vente des cours: <http://www.livres.ch/bookshop@epfl.ch>

**Aménagements hydroélectriques**, 66 pages, 2004

disponible au LCH <http://lchwww.epfl.ch/postgrade.lch@epfl.ch>.

**Systèmes d'adduction d'eau**, 86 pages, 2003

disponible au LCH <http://lchwww.epfl.ch/postgrade.lch@epfl.ch>.

Boillat Jean-Louis

---

**Hydraulique II et réseaux d'assainissement**, 125 pages, novembre 2002

disponible à la Librairie polytechnique, vente des cours: <http://www.livres.ch/bookshop@epfl.ch>

**Systèmes hydrauliques urbains**, 126 pages, mars 2001

disponible à la Librairie polytechnique, vente des cours: <http://www.livres.ch/bookshop@epfl.ch>

**Réseaux hydrauliques**, 140 pages, octobre 2000

disponible au LCH: <http://lchwww.epfl.ch/secretariat.lch@epfl.ch>

**Bio-ingénierie des cours d'eau et des systèmes naturels**, 232 pages, décembre 2004

Partie I: Comportements morphologiques et dynamiques des cours d'eau naturels et entreprises de corrections,

disponible au LCH: <http://lchwww.epfl.ch/secretariat.lch@epfl.ch>

Mouvet Laurent et Schleiss Anton

---

**Réalisations de génie civil et droit de la construction, vol. I**, 105 pages, octobre 2004

disponible à la Librairie polytechnique, vente des cours: <http://www.livres.ch/bookshop@epfl.ch>

**Réalisations de génie civil et droit de la construction, vol. II**, 120 pages, 2000,

disponible au LCH: <http://lchwww.epfl.ch/secretariat.lch@epfl.ch>

### **3. MANIFESTATIONS SCIENTIFIQUES / SCIENTIFIC EVENTS**

#### **3.1 Première journée des doctorants ENAC 28 - 30 juin 2004 / First ENAC PhD Students' day from 28<sup>th</sup> - 30<sup>th</sup> June, 2004**

La commission de recherche de l'ENAC a organisé pour la première fois des journées pour les doctorant(e)s qui se sont déroulées du 28 - 30 juin 2004. Les buts de ces journées étaient les suivants:

- Susciter l'interaction entre les doctorants et les chercheurs
- Présenter et découvrir les thèmes de la recherche dans les domaines de l'ENAC
- Informer sur les résultats et créer une plateforme de discussion.

Lors de ces journées, une exposition de posters a été organisée dans le hall du bâtiment SG. Neuf doctorants du LCH y ont proposé leur contribution. Les meilleurs posters ont été choisis parmi les 80 exposés par un vote électronique des doctorants eux-mêmes. Azin Amini et Tobias Meile du LCH figuraient parmi les 10 meilleurs à être primés.

Président du comité d'organisation :  
Prof. Dr A. Schleiss

*The faculty ENAC's research commission organised for the first time PhD students' days which were held from 28<sup>th</sup> to 30<sup>th</sup> June 2004. The aim of these days were the following:*

- *To arouse the interaction between PhD students and researchers*
- *To present and discover research themes in the fields of the faculty ENAC*
- *To inform on the results and create a discussion platform*

*During these days, an exposition of posters was organised in the hall of the SG building. Nine PhD students from the LCH proposed their contribution. The best posters were chosen among the 80 presented by an electronic vote by the PhD students themselves. Azin Amini and Tobias Meile of the LCH were amongst the 10 best posters to be prized.*

*President of the organising committee:  
Prof. Dr. A. Schleiss*

#### **3.2 Visite des installations du LCH d'une délégation slovaque le 17 septembre 2004 / Visit of the LCH installations by a Slovak delegation, 17<sup>th</sup> September, 2004**

Les 40 personnes attendues ont été reçues par le Prof. A. Schleiss, directeur du Laboratoire puis ont été réparties en 4 groupes pour la visite de la salle d'essais.

*The 40 people expected were welcomed by Prof. A. Schleiss, director of the Laboratory and were then divided into 4 groups for the visit of the hydraulic laboratory.*



Explications données par M. Andaroodi sur le modèle de déchargeur pour l'aménagement hydroélectrique du Cusset / *Explications given by M. Andaroodi concerning the model of a turbine bypass of the Cusset power plant*

Les thèmes suivants ont été examinés:

- Présentations générales du Laboratoire (Prof. A. Schleiss)
- Propagation d'intumescences dans une géométrie non prismatique (T. Meile)
- Modèle de déchargeur pour l'aménagement hydroélectrique du Cusset (M. Andaroodi)
- Affouillement de massifs rocheux sous l'impact de jets à haute vitesse (G. De Cesare)

Etude sur modèle de l'effet d'un pont sur les écoulements du Rhône (J.-L. Boillat)

*The following subjects were treated:*

- *Presentation of the general activities of the laboratory (Prof. A. Schleiss)*
- *Propagation of surface waves in a non-prismatic flume (T. Meile)*
- *Model of a turbine bypass of the Cusset power plant (M. Andaroodi)*
- *Rock scour due to high velocity impact jets (G. De Cesare)*
- *Physical model study of the effect of bridge piers on the flow on the Rhone River (J.-L. Boillat)*

### **3.3 Visite du vice-ministre M. Reza Ardakanian et de la delegation iranienne en Suisse du 24 - 26 novembre 2004 / *Visit of the vice-minister M. Reza Ardakanian and the Iranian delegation in Switzerland from 24 - 26 November, 2004***

Dans le cadre de la visite d'une délégation iranienne conduite par M. le Vice-ministre Reza Ardakanian, au lieu d'un vol en hélicoptère en Valais pour visiter plusieurs barrages, une visite à l'EPFL était prévue en cas de mauvais temps. Cette visite n'a finalement pas eu lieu vu le magnifique temps du 24 novembre. Néanmoins, M. Schleiss représentait l'EPFL le jeudi 25 novembre lors des négociations à l'OFEG où il a fait une présentation sur l'EPFL, du LCH et du nouveau programme de master d'études avancées en gestion et ingénierie des ressources en eau.

Les négociations ont été fructueuses et ont été conclues par la signature d'un Memorandum Of Understanding avec le conseiller fédéral M. Moritz Leuenberger. Un des points du "MOU" parle de "technical training, scientific exchanges and academic education".

*In the frame of the visit of an Iranian delegation conducted by the Vice-minister M. Reza Ardakanian, instead of a tour by helicopter over the Alps in the Valais, a visit of our laboratory was foreseen in case of bad weather. This visit was finally cancelled seeing the lovely weather of the 24<sup>th</sup> November. Nevertheless, M. Schleiss represented the EPFL on Thursday 25<sup>th</sup> November during the negotiations at the FOWG where he gave a talk and presented the School, the LCH and the new programme of Master of Advanced Studies in water resources management and engineering.*

*The negotiations were fruitful and were concluded by the signature of a Memorandum Of Understanding with the minister of transport M. Moritz Leuenberger. One of the points of this memorandum was "technical training, scientific exchanges and academic education".*

### **3.4 Conférences publiques au LCH / *Public conferences at the LCH***

#### **Flood risk assessment in reinsurance**

Christoph OEHY

Swiss Reinsurance Company, Zurich, Switzerland (29.01.2004)

#### **Utilisation de résines pour l'assainissement de barrages en béton**

Roger BREMEN

Lombardi SA, Ingénieurs-Conseils, Minusio-Locarno, Suisse (26.02.2004)

#### **La petite hydraulique, actualité d'une énergie renouvelable**

Vincent DENIS

MHyLab, Montcherand, Suisse (18.03.2004)

### **Rehaussement des prises d'eau au barrage de Mauvoisin**

Kurt SEILER

Forces Motrices de Mauvoisin S.A. Sion, Suisse (01.04.2004)

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

Stéphanie ANDRÉ

EPFL - LCH, Lausanne, Suisse (11.06.2004)

### **River restoration - theoretical background and case studies**

Armin PETER

EAWAG, Kastanienbaum, Switzerland (03.06.2004)

### **L'énergie hydroélectrique comme énergie verte**

#### **Le défi du développement d'un label écologique pour l'électricité en Suisse**

Bernhard TRUFFER

EAWAG, Kastanienbaum, Suisse (01.07.2004)

### **Wave forecast using phase-averaged modeling**

Stephan MAI

Franzius-Institute for Hydraulic, Waterways and Coastal Engineering, University of Hannover, Germany (05.08.2004)

### **Aménagements hydroélectriques au Brésil - exemples d'ouvrages hydrauliques et retour d'expérience**

Prof. Bela PETRY

UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, The Netherlands (23.09.2004)

### **Storm Sewer System of La Paz, Bolivia**

Erik BOLLAERT, Stéphanie ANDRE

AquaVision Engineering Sàrl, Lausanne, Suisse (28.10.2004)

### **Hydraulique environnementale de tous les jours**

Khalid ESSYAD

BG Bonnard & Gardel Ingénieurs-conseils SA, Lausanne, Suisse (25.11.2004)

## **3.5 Conférences internes données au LCH / *In-house conferences given at the LCH***

Pedro Almeida Manso "**The importance of jet take-off conditions for downstream plunge pool scour**" (11 janvier 2004) et "Etude expérimentale de l'interaction entre la diffusion de jets et la géométrie de fosses d'érosion" (29 octobre 2004)

Azin Amini "**Static Analysis of oil Spill Containment Booms**" (30 janvier 2004)

Philippe Heller "**Synergie possibles au sein des aménagements hydroélectriques fluviaux à buts multiples**" (20 février 2004)

Burkhard Rosier "**DIFUSE**" (15 mars 2004)

Frédéric Jordan "**MINERVE - modele de gestion des crues**" (16 avril 2004)

Tobias Meile "**Effets de la rugosité et de la forme des rives sur la propagation des intumescences dans les canaux**" (14 mai 2004)

Selim Sayah "**EROSÉE, processus d'érosion et de stabilisation des rives lacustres**" (28 mai 2004)

Sameh Ahmad Kantoush "**Influence of reservoir geometry on the sedimentation of shallow reservoirs by suspended sediment**" (16 juillet 2004)

Marcelo Leite Ribeiro "**Trübestrome Stausee Livigno**" et Islam Awad "**Strömung Gübensee**" (20 août 2004)

Azin Amini "**Contractile Floating Booms for Containment and Recuperation of Oil Slicks**" (22 septembre 2004)

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

Fachtagung Hochwasserschutz: Verhalten von Hochwasserschutzmassnahmen im Überlastfall, Biel, 16. Januar 2004.

A. Schleiss, Präsident des Organisationskomitees.

Hydro 2004, A new Era for Hydropower, Porto, Portugal, 18-21 October 2004.

A. Schleiss, Member of the Scientific Committee

Hydraulics of Dams & River Structures, Tehran, Iran, 26-28 April 2004.

A. Schleiss, member of the Scientific Committee and participant of round table discussion.

Interpraevent, 10<sup>ème</sup> congrès 24 – 27 mai 2004, Riva del Garda, Italie

J.-L. Boillat, Membre du comité scientifique.

4<sup>th</sup> ISUD, 4<sup>th</sup> International Symposium on Ultrasonic Doppler Method for Fluid Mechanics and Fluid Engineering, 6-8 september, 2004, Sapporo, Japon

G. De Cesare, Membre du comité scientifique.

Commission Internationale des Grands Barrages CIGB, Réunion du Comité de la Présidence et du Comité de la Gouvernance des projets de barrages, Séoul, mai 2004

R. Lafitte, Vice-président.

Association pour le génie biologique, 4<sup>ème</sup> Symposium sur les mérites et limites du génie biologique, Muttenz, 8. - 9. September 2005

G. De Cesare, Membre du comité d'organisation et du comité scientifique.

Symposium Hochwasserschutz une Flussrevitalisierung: Synergien für Mensch und Umwelt, 13. November 2004, ETH Zürich

Gemeinsame Veranstaltung von EAWAG, WSL, LCH, VAU im Rahmen des Rhone-Thur-Projektes

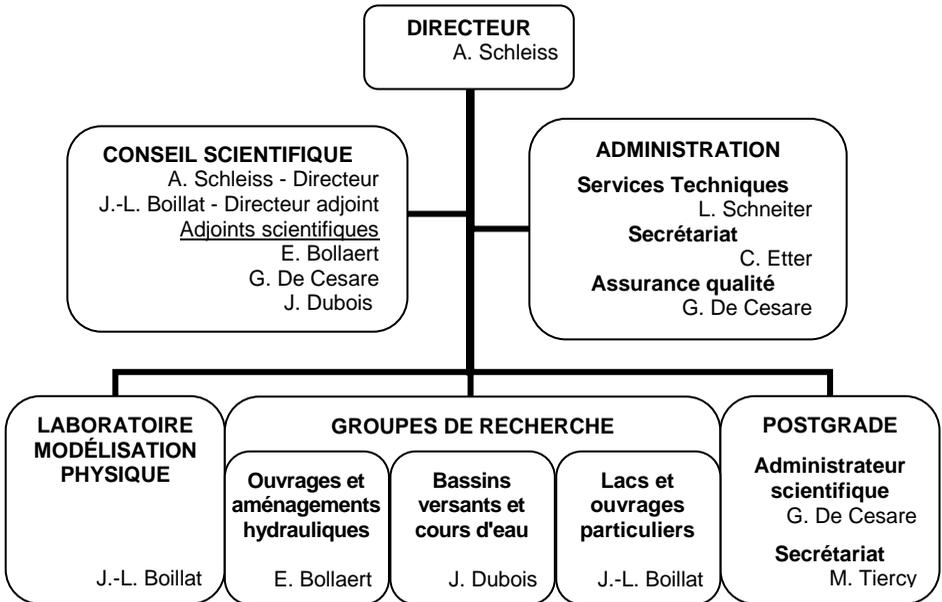


## 4. PERSONNEL / STAFF

### 4.1 Organisation du LCH / Organisation of the 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*



Carte de vœux 2004 du LCH / *Season's Greetings card 2004 of LCH*

## 4.2 Collaborateurs en 2004 / Staff in 2004

### Directeur / Director

Prof. Dr Anton J. Schleiss depuis / since 01.01.1997

### Adjointes scientifiques / Senior Lecturers

Dr Jean-Louis Boillat depuis / since 01.04.1989

Dr Erik Bollaert (temps partiel) depuis / since 01.02.2003

Dr Jérôme Dubois (temps partiel) depuis / since 01.02.2003

Dr Koen Blanckaert (temps partiel) depuis / since 01.10.2004

### Administrateur du Cycle Postgrade / Administrator of Postgraduate Studies

Dr Giovanni De Cesare depuis / since 09.03.1992

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

Philippe Chèvre 01.01.2002 - 29.02.2004

Dr Judith Monney 01.05.2004 - 15.09.2004

Thierry de Poutalès (temps partiel) depuis / since 01.06.2004

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

Stéphanie André 01.04.1999 - 31.12.2004

Selim Sayah depuis / since 01.10.2000

Pedro Filipe De Almeida Manso depuis / since 01.10.2000

Frédéric Jordan depuis / since 01.04.2001

Tobias Meile depuis / since 01.04.2002

Philippe Heller depuis / since 01.09.2002

Azin Amini depuis / since 01.05.2003

Burkhard Rosier depuis / since 01.05.2003

Sameh Kantoush depuis / since 01.11.2003

Mathilde Mayaud depuis / since 01.06.2004

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

Soleyman Emami 18.09.2001 - 31.03.2004

Nima Nilipour 01.10.2003 - 28.02.2004

Mohammadreza Andaroodi depuis / since 01.10.2003

Marcelo Leite Ribeiro depuis / since 10.11.2003

Islam Awad depuis / since 17.11.2003

Bahareh Doroudian depuis / since 15.03.2004

Metral Mathieu (ERASMUS) 01.06.2004 - 23.07.2004

### Services techniques / Technical Staff:

Louis Schneiter depuis / since 25.10.1971

René Fontanellaz (temps partiel) 01.03.1991 - 30.04.2004

Mario Conod (temps partiel) depuis / *since* 01.04.2001  
Marc-Eric Pantillon (temps partiel) depuis / *since* 01.07.1998  
Michel Teuscher depuis / *since* 01.07.2004

#### **Secrétariat du LCH / LCH Secretariat**

Caroline Etter (temps partiel) depuis / *since* 01.04.2002  
Stéphanie Rochat (apprentie) depuis / *since* 12.08.2002

#### **Secrétariat du cycle postgrade / Postgraduate studies secretariat**

Regula Grin (temps partiel) depuis / *since* 01.12.2002 - 30.07.2004  
Martine Tiercy (temps partiel) depuis / *since* 01.08.2004

#### **Professeur titulaire retraité rattaché au LCH / Retired Titular Professor associated to the LCH**

Prof. Raymond Lafitte

### **4.3 Professeurs invités et hôtes académiques / Visiting professors and academic visitors**

Dr Stephan MAI, Université de Hannover

Hôte académique dans le cadre du programme d'échange ERCOFTAC /  
*ERCOFTAC exchange program invited professor* 27.07.2004 - 06.08.2004

Prof. Jorge MATOS, Instituto Superior Técnico, Decivil, Lisbonne, Portugal

Membre du jury de thèse, *member of doctorate thesis jury*  
22.04.2004 - 24.04.2004

Maziar MAHZARI, Université de Tehran

Hôte académique dans le cadre du projet de recherche "Contractible Floating  
Reservoir for the Confinement and Recuperation of Oil Slick"  
17.09.2004 - 01.10.2004

Prof. Prof. Dr. Michel PIROTON, Université de Liège, Belgique

Professeur invité dans le cadre du programme d'échange ERCOFTAC /  
*ERCOFTAC exchange program invited professor* 22.11.2004 - 26.11.2004

Membre du jury de thèse, *member of doctorate thesis jury*  
22.04.2004 - 24.04.2004

Prof. Dr. Yves ZECH, Université catholique de Louvain, Belgique

Professeur invité dans le cadre du programme d'échange ERCOFTAC /  
*ERCOFTAC exchange program invited professor* 22.11.2004 - 26.11.2004

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

### **4.4.1 Cérémonie de remise des diplômes de la 2<sup>ème</sup> édition du cycle post-graduate en aménagements hydrauliques 2001 - 2003 - 19 mars 2004 / *Graduation ceremony of the 2<sup>nd</sup> edition of the postgraduate cycle in hydraulic schemes - 19<sup>th</sup> March, 2004***

Le 19 mars 2004 a eu lieu la cérémonie de remise des diplômes du cycle postgrade en aménagements hydrauliques. Sur les 25 ingénieur(e)s ayant obtenu leur diplôme postgrade (Master in advanced studies), 20 étaient présents. L'un des lauréats avait même fait le déplacement depuis l'Inde, afin de partager cette journée avec ses amis.

Dans le domaine de l'ingénierie, et notamment en génie civil, le master vise tout d'abord une formation de généraliste. La spécialisation intervient après les études, selon les besoins de l'industrie, respectivement d'évolution de la carrière d'ingénieur. La spécialisation dans le domaine des aménagements hydrauliques peut être le résultat de l'expérience acquise dans la pratique professionnelle. Cette évolution requiert un cycle de 10 ans au minimum, correspondant à la durée typique d'un projet complexe.

Pour un(e) jeune ingénieur(e), la seule manière d'acquérir plus rapidement les compétences nécessaires est de suivre des études postgrades, parallèlement à ses activités professionnelles.

Les diplômés ont été vivement encouragés à entretenir les contacts établis, quand bien même ils seront dispersés un peu partout à travers le monde. Une excellente possibilité d'y parvenir est de devenir membre de l'IAPHS, l'organisation Alumni des professionnels en aménagement hydrauliques de l'EPFL.

Le Prof. Schleiss et le Dr Boillat ont ensuite procédé à la remise des diplômes. Un prix a été remis par la direction du cycle à M. Antoine Magnollay pour la meilleure moyenne des examens théoriques et du travail pratique. Un autre prix a été décerné à M. Emami par l'IAPHS, récompensant la meilleure publication scientifique du travail postgrade.



**Diplômes décernés / Diplomas awarded :**

**Ignace Maxime Assogba** - *Digues submersibles et fusibles pour la protection contre les crues, stabilité du revêtement et érosion en pied de digue*

**Tilak Raj Bhattarai** - *Refurbishment of Rosshaupten dam spillway for flood management: Findings from hydraulic model study*

**Samir Boucheraï** - *Diagnostic et contrôle du phénomène d'eutrophisation du barrage de Keddara – Algérie*

**Philippe Chèvre** - *Influence of the macro-roughness of a bank protection by rip-rap on bed load transport and local scouring in river bends*

**Frédéric Davoli** - *Stratégie de limitation des impacts hydrologiques et polluants des eaux de ruissellement : Cas de la zone industrielle de Plan les Ouates à Genève*

**Lamine Doumbouya** - *Modélisation du réseau d'adduction en eau potable de Lausanne - Diagnostic et optimisation*

**Jean-Christophe Dufour** - *Assainissement des cours d'eau en Valais / Analyse de l'hydrosystème de la Tourtemagne*

**Soleyman Emami** - *Erosion protection downstream of diversion tunnels using concrete prisms - Design criteria based on a systematic physical model study*

**Sylvain Ferretti** - *Appréciation de l'évolution morphologique du delta de la Versoix après renaturation de l'embouchure*

**Nahideh Javaher Kalam** - *General layout of Pa-Alam dam and power plant in Iran*

**Robert Jenni** - *Influences de l'entretien des endiguements de torrents sur la carte des dangers - Etude de deux cas dans le canton de Fribourg*

**Andrej Kolenko** - *Prozessorientierte Analyse eines Wildbaches unter Berücksichtigung von Murgängen*

**Rubén A. Madueño** - *Optimal use of the hydropower potential of the upper catchment area of Tablachaca River in Peru - Under special consideration of the environment*

**Antoine Magnollay** - *Aménagement de la Sorne à l'entrée de Delémont. Revitalisation – urbanisme – inondations*

**Memaj Agim** - *Approvisionnement en eau potable et évacuation des eaux de l'agglomération Shkozë – Kosovo*

**Karim Michel** - *Jaugeage de la station hydrométrique de Goldach (SG) en vue de l'implantation de la nouvelle station - Performance des méthodes de régression mathématique*

**Laurent Mivelaz** - *Augmentation du débit de dotation de la Petite Sarine en aval du barrage de Rossens*

**Judith Monney-Ueberl** - *Hochwasserschutz Kelchbach - Modellversuche zur Überprüfung der Abflusskapazität des Kelchbachs in Naters*

**Marc-André Mottier** - *Optimized rehabilitation of water supply network of Goma (Dem. Rep. of Congo)*

**Nima Nilipour** - *Study of arch concrete dams constructed by RCC method*

**Alexandre Oberholzer** - *Sécurité des ouvrages d'accumulation et directives de l'OFEG Application au canton de Vaud*

**Irène Oepelguier** - *Schwall / Sunk – Betrieb im Oberlauf der Aare*

**Sri Prakash** - *ROT – Critical analysis, benchmarking against traditional approach and decision making tool*

**Jacques Sagna** - *Flood protection in the Surb River: hazard map and measures*

**Soheila Talebi** - *Stability of an arch gravity dam under special consideration of scour due to spillway operation*

#### **4.4.2 Sortie du LCH en Autriche et en Bavière du 7 au 10 octobre 2004 / LCH outing to Austria and Bavaria from 7<sup>th</sup> to 10<sup>th</sup> October 2004**

Lors de sa dernière visite au LCH, Prof. Strobl de l'Université Technique de Munich invita informellement les membres de notre laboratoire à venir lui rendre visite et à découvrir ses installations d'essais hydrauliques en plein air située en Bavière. De toute évidence, cette proposition ne tomba pas dans l'oreille d'un sourd, puisque Prof. Schleiss y trouva le prétexte d'une nouvelle sortie LCH. La dangereuse

*During his last visit at the Laboratory of Hydraulic Constructions, Professor Strobl from the Technical University of Munich informally invited the collaborators of our laboratory to come and visit him and discover his outdoor hydraulic test installations situated in Bavaria. In all evidence, this proposition did not fall on deaf ears as Prof. Schleiss immediately used it as an excuse for a new trip for the collabora-*

tâche de l'organisation de la sortie revint donc à Burkhardt Rosier en raison de son origine allemande. Qu'allait-il advenir des courageux participants d'un périple qui se déroulerait du jeudi 7 au dimanche 10 octobre 2004 ?

Sous la conduite de Martine Tiercy, promue chauffeure poids lourd pour l'occasion, les 10 participants furent emmenés dans le Vorarlberg, non loin de la frontière suisse, dans le petit village de Beschling où se situe la centrale de turbinage "Walgauwerk" du dernier palier de l'aménagement Illwerk VKW.



Une intéressante visite guidée de la centrale de turbinage fut proposée aux participants qui purent apprécier la complexité de l'aménagement comprenant 8 retenues ou bassins de compensation, 9 centrales dont 4 capables d'effectuer du pompage-turbinage. Le distributeur, les turbines et alternateurs ainsi que les transformateurs furent également présentés.

Déjà, il était temps de reprendre la route en direction d'Innsbruck où nous attendait le Prof. Schöberl pour notre première spécialité culinaire du périple. Des irréductibles osèrent même un

*tors of the lab. The dangerous task of organising the outing fell on Burkhardt Rosier because of his German origin. What would happen to the courageous participants to a journey which would start on Thursday 7<sup>th</sup> to Sunday 10<sup>th</sup> October 2004?*

*Under Martine Tiercy's guidance, promoted truck driver for the occasion, 10 participants were driven to the Vorarlberg, not far from the Swiss border in a small village called Beschling where is located the "Walgauwerk" hydropower plant of the last stage of the Illwerk VKW installation.*

*An interesting guided tour of the power station was offered to the participants who were able to appreciate the complexity of the installation consisting of 8 reservoirs or compensation basins, 9 power plants of which 4 are pumping schemes. The distributor, turbines and generators as well as the transformers were also presented.*

*All too quickly it was time to hit the road again towards Innsbruck where Prof. Schöberl was waiting for us for our first culinary specialities of the trip. A handful of "die-hards" even dared to sample a local Pinot of good making before a*

pinot local de fort bonne facture, avant le walk-tour dans la vieille ville où l'architecture allait en impressionner plus d'un.

Le vendredi matin débuta à l'adrénaline puisque la joyeuse équipe partit sur les hauteurs d'Innsbruck au tremplin olympique du Bergisel. Quelle ne fut pas sa surprise en découvrant un sauteur atterrir sur le tapis synthétique et franchissant allégrement la ligne des 120 mètres !

Apparemment, ce n'était pas la superbe vue sur le cimetière qui allait impressionner les sauteurs de l'équipe nationale tchèque qui enchaînèrent une dizaine de sauts chacun avant d'aller prendre une bière locale bien méritée.



Pour récupérer de ces émotions fortes, les voyageurs prirent à nouveau la route de l'Allemagne et de la Bavière à la recherche du désormais légendaire laboratoire du Prof. Strobl, situé à Obernach vers Wallgau. Dissimulé derrière les magnifiques couleurs de l'automne, le laboratoire occupe en réalité une importante superficie. Doté d'un système fermé de pompes et de réservoirs, il peut également utiliser le débit naturel du cours d'eau voisin jusqu'à  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  pour des essais à grande échelle.

*walking tour of the old town where the architecture impressed more than one person.*

*Friday morning started off with some adrenaline as the happy team headed for the heights of Innsbruck to the Bergisel Olympic ski jump. What a surprise it was to discover a jumper landing on a synthetic carpet clearing easily the line showing 120 metres!*

*Apparently it was not the lovely view on the cemetery that was going to impress the jumpers of the Czech national team who were going to follow-up a dozen jumps in a row each before going for a drink: a well deserved local beer.*



*To recover from these strong emotions, the travellers hit the road again heading for Germany and more particularly for Bavaria and the now legendary laboratory of Prof. Strobl situated in Obernach near Wallgau. Dissimulated behind the lovely autumn colours, the laboratory occupies in reality an important area. Equipped with a closed-in system comprising pumps and reservoirs, it can also use the natural discharge of a neighbouring watercourse up to  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  for large scale tests. The visit arranged*

La visite proposée par les collaborateurs du Prof. Strobl fut à la hauteur des attentes de l'équipe d'hydrauliciens en tournée, comprenant divers modèles d'étude de morphologie des rivières, de cavitation, de passes à anguilles, d'aménagements au fil de l'eau, et même de vague stationnaire pour la pratique du surf !

Pour bien rester dans le rythme de la tournée, nos hydrauliciens furent rapidement emmenés vers l'aménagement du Walchensee, produisant actuellement encore la plus grande quantité d'énergie hydraulique en Allemagne et doté d'une puissance installée de 190 MW environ et d'un débit équipé de 96 m<sup>3</sup>/s pour une chute brute de 200m.

Après ces visites fort intéressantes vint le temps de retrouver un logis à Wallgau, dans le magnifique Hôtel Post où le cochon fut dévoré, tout comme le veau d'ailleurs, arrosés de bière locale appelée Weize. Le tout au son de la fanfare locale qui avait offert ses services contre un dédommagement difficile à évaluer: les consommations de la soirée?...

Le samedi commença sous le brouillard et la pluie, tandis que la tournée se poursuivait en direction de Garmisch-Partenkirchen et des châteaux de Bavière. Entre les nuées furent aperçus les châteaux de Linderhof, Hohenschwanggen et Neuschwanstein, fruits des folies du roi Ludwig II de Bavière en cette fin de 19e siècle.

Le retour en Autriche fut magnifique à travers lacs et forêts avant d'atteindre Imst, petite station familiale de sports d'hiver, pourtant pas en manque d'attractions estivales (la plus longue piste de luge d'Europe "Alpine Coaster", les trampolines, la gorge pittoresque), n'est-ce pas M. Schleiss ? D'ailleurs il fallut aux hydrauliciens de nombreux

*by the collaborators of Prof. Strobl was up to the standard expected by the touring hydraulic engineers, comprising various study models for river morphology, cavitation, fish paths for eels, water run-of-river schemes and even a stationary wave for the practice of surfing!*

*In order to stay in the rhythm of the tour, our hydraulic engineers were rapidly taken to the Walchensee scheme still producing nowadays the largest amount of hydraulic energy in Germany and equipped with an installed power output of about 190 MW and an installed capacity of 96 m<sup>3</sup>/s for a gross head of 200m.*

*After these most interesting visits came the time to find our lodging in Wallgau in the beautiful Hotel Post where the roast pork was gobbled up and so was the veal for that matter both watered down with the local beer called Weize. All to the sound of the local band who had offered its services against compensation difficult to evaluate: the evening's consumptions?...*

*Saturday started under fog and rain while the tour continued in the direction of Garmisch-Partenkirchen and the Bavarian Castles. Between the clouds one could catch a glimpse of the Linderhof, Hohenschwanggen and Neuschwanstein castles, fruit of the follies of the King Ludwig II of Bavaria at the end of the 19<sup>th</sup> century.*

*The return to Austria was magnificent between lakes and forests to reach Imst, small family winter sport resort but not at a loss for summer attractions (the longest European luge track "Alpine Coaster", trampolines, and a picturesque gorge) isn't it M. Schleiss? Besides, the hydraulic engineers had to put in numerous efforts to get through the night life attractions in Imst as it is*

efforts pour venir à bout des attractions nocturnes de Imst puisque ce ne sera qu'aux premières lueurs du jour qu'ils pourront se reposer...



*only with the first light of dawn that they managed to take a rest...*



Le réveil de 7h30, qui fut en ce dimanche matin une véritable performance, allait se révéler tout à fait profitable. Une application pratique de l'hydraulique des cours d'eau allait être effectuée par les hydrauliciens lausannois toujours passionnés de nouvelles découvertes. Ce qui allait être le clou du périple les attendait sur les rives de l'Inn, un important affluent du Danube: un magnifique tour en rafting sur un tronçon de 13 km où les bras des pagayeurs allaient être mis à rude épreuve!

Il était temps de retourner à Lausanne pour récupérer d'une si belle aventure ! Un grand merci encore au Prof. Schleiss pour cette fantastique sortie LCH 2004, à Burkhard pour l'organisation absolument parfaite, et à tous les chanceux participants pour leur bonne humeur !!!

Fred Jordan

*The waking at half past seven, which was on this Sunday morning a real performance, revealed to be quite profitable. A practical application of fluvial hydraulics was to be carried out by the hydraulic engineers from Lausanne always ready for new discoveries. What was to be the chief attraction of the tour was waiting for them on the shore of the Inn river, an important tributary of the Danube river: rafting down a 13 km section where the arms of the paddlers were going to be put at hard test!*

*It was time to return to Lausanne to recover from such a lovely adventure! A great thank you to Prof. Schleiss for this fantastic 2004 LCH excursion, to Burkhard for the absolutely perfect organisation and to all the lucky participants for their good spirit!!!*

*Fred Jordan (translation Martine Tiercy)*

#### **4.4.3 Réorganisation de l'atelier par la création d'un pool atelier ICARE / Reorganization of the laboratory workshop by the creation of an ICARE pool workshop**

A la suite de la création de l'Institut des Infrastructures, des Ressources et de l'Environnement (ICARE), une convention entre les 8 unités a été signée en

*Following the creation of the Institut of Infrastructures, Resources and Environment (ICARE), a convention between the 8 units was signed in view*

vue d'une gestion optimale des ressources en atelier mécanique. Un "pool de mécanique" de personnel technique a été créé le 1<sup>er</sup> mai 2004 qui réunit tous les mécaniciens des diverses unités / laboratoires. L'engagement de deux nouveaux mécaniciens suite à des collaborateurs qui ont pris leur retraite, a permis de réorganiser les ateliers et de les rendre plus efficace par une coordination des travaux. Les expériences faites avec ce nouveau "pool" sont excellentes.

*of optimising the management of the mechanical workshop resources. A "mechanical pool" of technical staff was created on 1<sup>st</sup> May 2004 which reunited all the mechanics of the various units / laboratories. Two new mechanics, hired when collaborators retired, allowed reorganizing the workshop and thus making them more efficient by a better coordination of the work. The experience done by this new "pool" is excellent.*

#### **4.4.4 Calendrier 2005 des barrages en Suisse / 2005 Calendar of Swiss dams**

Pour la première fois, le comité suisse des barrages a édité un calendrier de barrages suisses (CSB). Le comité d'édition a été présidé par Prof. Dr. A. Schleiss et l'assemblage des informations a été fait au LCH. Le calendrier illustre 13 grands barrages suisses avec de magnifiques photos et des informations techniques au verso. Ce calendrier a été un grand succès. Les 3000 exemplaires imprimés ont très rapidement été commandés et il semble que ce calendrier deviendra une pièce de collection précieuse. Pour tous ceux qui s'intéressent au calendrier 2006, ils peuvent déjà s'inscrire auprès du CSB ([www.swissdams.ch](http://www.swissdams.ch)).

*For the first time, the Swiss Committee on Dams has edited a calendar on Swiss dams. The editing committee was chaired by Prof. Dr A. Schleiss and the collection of the information was done at the LCH. The calendar illustrates 13 large Swiss dams with splendid photographs and technical information on the reverse page. This calendar was a great success. The 3000 copies printed were rapidly ordered and it seems that this calendar will become a precious piece of collection. For all those interested in the 2006 calendar, they can register by the Swiss Committee on Dams ([www.swissdams.ch](http://www.swissdams.ch)).*

## **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 and 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 d'enseignement de la section de génie civil (membre du bureau) / *Teaching Commission of the School of Civil Engineering (member of the Board)*

Commission de la recherche de la section de génie civil et de la Faculté de l'environnement naturel architectural et construit (ENAC) (membre du bureau) / *Research Commission of the School of Civil Engineering and Faculty ENAC (member of the Board)*

Commission de la promotion académique de la Faculté de l'environnement naturel, architecture et construit (ENAC), (membre) / *Tenore Track Commission of the Faculty ENAC (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) - CENAT / *Natural Hazards Competence Centre (member)*

Verein Bielerseeschutz VBS, Société pour la protection des rives du lac de Bienne (membre) / *Association for the protection of Lake Bienne (member)*

*Europäischer Fachverband der Strom-und Wärmeezeuger (VGB) (Mitglied des wissenschaftlichen Beirates)*

### **Lafitte Raymond**

---

Association internationale pour l'hydroélectricité – AIH (membre du Conseil) / *International Hydropower Association IHA (Council member)*

Comité suisse des barrages – CSB (membre d'honneur) / *Swiss Committee on Dams (Honorary member)*

Commission internationale des grands barrages – CIGB (Président du Comité sur la Gouvernance projets de barrages; membre du Comité de la Présidence) / *International Commission on Large Dams – ICOLD (Chairman of the Committee on Governance of Dam Projects; member of the Advisory Committee of the President)*

Société suisse des ingénieurs et architectes – SIA (membre)

Société suisse des ingénieurs nucléaires – SOSIN (membre)

Fédération Romande pour l'Energie – FRE (Président du Conseil scientifique)

### **Boillat Jean-Louis**

---

Association suisse pour le génie biologique (membre) / *Swiss Association for biological engineering (member)*

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

Comité suisse des barrages – CSB (membre individuel) / *Swiss Committee on Dams (individual member)*

Association suisse des professionnels de la protection des eaux-USA (membre) / *Swiss society of Professionals of Water Protection (member)*

Commission d'enseignement de la section de génie civil (membre) / *Teaching Commission of the School of Civil Engineering (member)*

Internationale Forschungsgesellschaft Interpraevent - Commission scientifique (membre) / *International Research Society Interpraevent - Scientific Committee (member)*

Verein Bielerseeschutz VBS, Société pour la protection des rives du lac de Bienne (membre) / *Association for the protection of Lake Bienne (member)*

Association internationale des professionnels en aménagements hydrauliques - IAPHS (membre) / *International Association of Professionals on Hydraulic Schemes -EPFL Alumni - IAPHS (member)*

---

### **De Cesare Giovanni**

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

Association suisse pour le génie biologique – VIB (membre adjoint du comité directeur) / *Swiss Association of Biological Engineering (member of the directorial board)*

Association internationale des professionnels en aménagements hydrauliques - IAPHS (membre du comité) / *International Association of Professionals on Hydraulic Schemes -EPFL Alumni - IAPHS (member of the committee)*

Conseil de la faculté de l'environnement naturel architectural et construit (ENAC) membre suppléant, représentant le groupe du corps intermédiaire / *Council of the faculty ENAC supply member*

---

### **Bollaert Erik**

Comité suisse des barrages – CSB (membre individuel) / *Swiss Committee on Dams (individual member)*

*American Society of Civil Engineers – ASCE (member)*

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

---

### **Manso Pedro**

Ordre des ingénieurs - OE/Portugal (membre) / *Association of Engineers - OE/Portugal (member)*

Association portugaise des ressources en eau – APRH (membre) / *Portuguese Association of Water Resources – APRH (member)*

Association internationale des professionnels en aménagements hydrauliques - IAPHS (président du comité) / *International Association of Professionals on Hydraulic Schemes -EPFL Alumni - IAPHS (president of the committee)*

Association Internationale de l'ingénierie et des recherches hydrauliques - AIHR (membre) / *International Association of Hydraulic Engineering and Research - IAHR (member)*

**Sayah Selim**

---

Ordre des Ingénieurs et Architectes OIA/Liban (membre) / *Lebanese Association of Engineers and Architects (member)*

*American Society of Civil Engineers – ASCE (member)*

Verein Bielerseeschutz VBS, Société pour la protection des rives du lac de Biene (membre) / *Association for the protection of Lake Biene (member)*

Consortium d'experts pour un développement respectueux de l'environnement (CEDRE) (collaborateur)

**Rosier Burkhard**

---

*American Society of Civil Engineers - ASCE (student member)*

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

### **6.1 Invités / Invited**

#### **Schleiss Anton**

---

*Hochwasserschutz für die Gemeinde Naters - Untersuchungen für die Variante Gerinneausbau*

Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) - ETHZ, 1<sup>er</sup> juin 2004

*Problématique de l'alluvionnement et l'évacuation des sédiments des retenues alpines - Problematik der Verlandung und Entlandung von alpinen Stauräumen*

Journées d'études "Dépôts de sédiments : investigations, chasses, environnement", Comité Suisse des Barrages, Martigny, 17 - 18 juin 2004

*Flussbauliche Hochwasserschutzmassnahmen und Verbesserung der Gewässeroekologie - ein Widerspruch? Symposium "Hochwasserschutz und Flussrevitalisierungen, Synergien für Mensch und Umwelt"*

ETH Zürich, 13 novembre 2004

#### **Boillat Jean-Louis**

---

*Raccordement ferroviaire CEVA à Genève. Etude des écoulements sous le pont de l'Arve.*

CFF-OFEG, Lausanne, Suisse, 11 mars 2004

*Approche méthodologique pour l'établissement d'un projet de protection de rive lacustre.*

Bielerseeschutzverein, Bienne, Suisse, 2 juin 2004

*Formes du lit et résistance à l'écoulement*

Atelier des projets Rhône-Thur et 3<sup>ème</sup> correction du Rhône, IUKB, Bramois/Sion, Suisse, 29 novembre 2004

#### **Lafitte Raymond**

---

*The Debeatable Credibility of Anti-Dam NGOs*

"Water India 4. Water Resource Development - Flood Control, Irrigation, Drinking Water, Waterways, Electric Power and its Transmission Systems", New Delhi, February 2004

*Avenir de l'hydroélectricité dans le monde et en Suisse*

Association Internationale de Spécialités en Energie AISEN, Lausanne, juin 2004

*Impacts of Dams in Switzerland. Direct and Indirect Benefits and Costs* en collaboration avec Dr. W. Hauenstein

"International Workshop on Impacts of Large Dams", Istanbul, October 2004

---

### **Manso Pedro**

---

*Concrete macro-roughness linings as a solution for embankment dam safety against overflow.*

Doctoral School ENWATER, Stuttgart University (Germany), 10.02.2004

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

---

### **Schleiss Anton**

---

*Management of reservoir sedimentation due to turbidity currents by technical measures*

International Congress on the Hydraulics of Dams River Structures, Tehran, Iran, 26 - 28 avril 2004

*Energy dissipation and hydrodynamic forces of aerated flow over macro-roughness linings for overtopped embankment dams*

International Congress on the Hydraulics of Dams River Structures, Tehran, Iran, 26 - 28 avril 2004

---

### **Boillat Jean-Louis**

---

*Einfluss der Neat-Brücken auf die Rhone bei Rarogne im Kanton Wallis (Schweiz)*

Symposium "Lebensraum Fluss-Hochwasserschutz, Wasserkraft, Ökologie, Wallgau, Allemagne 16 - 19 juin 2004

*Dimensionnement et optimisation de bassins de rétention multiples sur un réseau de cours d'eau en milieu urbain.*

Interpraevent 2004, Riva del Garda, Italie, 24 - 28 mai 2004

*Influence de la gravière de Rarogne sur le Rhône*

Service des routes et cours d'eau du canton du Valais, Sion, Suisse, 11 février 2004

---

### **De Cesare Giovanni**

---

*Determination of velocity profiles and bed morphology using UVP transducers to investigate the influence of lateral overflow on mobile bed*

4th International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering (4th ISUD), Hokkaido University, Sapporo, Japan, 7 September 2004

*Application of UVP transducers to measure bed geometry and velocity profiles in a hydraulic scale model with gravel pit*

4th International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering (4th ISUD), Hokkaido University, Sapporo, Japan, 7 September 2004

---

**Manso Pedro**

---

*Experimental investigations on jet behaviour within the framework of plunge pool rock scour*

International Congress on the Hydraulics of Dams River Structures, Tehran, Iran, 26 - 28 avril 2004

---

**Meile Tobias**

---

*Evolution du régime d'écoulement dans le Rhône depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle*  
Atelier des projets Rhône-Thur et 3<sup>ème</sup> correction du Rhône, IUKB, Bramois/Sion, Suisse, 29 - 30 novembre 2004

*Flood protection concept for the river Gamsa in Canton Wallis*

Interpraevent 2004, Riva del Garda, Italie, 24 - 28 mai 2004

---

**Sayah Selim**

---

*Effect of porosity of brushwood fences on wave transmission*

*Velocity distribution and discharge intensity of lateral overflow on mobile bed (pour le compte de Burkhard Rosier)*

4<sup>th</sup> International Symposium on Environmental Hydraulics and 4<sup>th</sup> Congress of Asia and Pacific Division, International Association of Hydraulic Engineering and Research, Hong Kong (République Populaire de Chine), 15 - 18 decembre 2004

---

**André Stéphanie**

---

*High velocity two-phase flows over stepped chutes: Focus on air concentration*

4<sup>th</sup> International Symposium on Environmental Hydraulics and 4<sup>th</sup> Congress of Asia and Pacific Division, International Association of Hydraulic Engineering and Research, Hong Kong (République Populaire de Chine), 15 - 18 decembre 2004

---

**Bollaert Erik**

---

*Dynamic pressure fluctuations at real-life plunge pool bottoms*

International Congress on the Hydraulics of Dams and River Structures, Tehran, Iran, 26 - 28 avril 2004

*A new procedure to evaluate dynamic uplift of concrete lining or rock in plunge pools. Parametric comparison of comprehension scour model and erodibility indes (avec G.W. Annandale)*

International Congress on the Hydraulics of Dams and River Structures, Tehran, Iran, 26 - 28 avril 2004

---

**Jordan Frédéric**

---

*MINERVE a tool for flood prediction and management of the Rhone River*

Dresdner Wasserbaukolloquium - Risks in Design and Management of Rivers and Reservoirs, Dresden, Allemagne, 18 - 19 mars 2004

**Kantoush Sameh**

---

*Modeling for flood prevention for the coastal area of Nile Delta in Egypt*

Annual Conference of Japan Society of Civil Engineering, Kumamoto, Japan, 16 - 18 mars 2004

**Amini Azin**

---

*Preliminary design criteria for oil spill confinement booms*

4<sup>th</sup> International Conference on "Hydrocarbon spills, Modelling, Analysis and Control, Alicante, Spain, 28 - 30 avril 2004

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

Annual conference of Japan Society Civil Engineering, Kumamoto, Japan,  
16 - 18.03.2004  
*Sameh Kantoush*

Conférence "Wasserbaukolloquium 2004", Dresden, Germany, 18 - 19.03.2004  
*Frédéric Jordan*

Coordination meeting "Network on Small Hydropower", Bruxelles, Belgique,  
24 - 25.03.2004  
*Erik Bollaert*

International Congress on the Hydraulic of Dams and River Structures, Tehran, Iran,  
25 - 27.04.2004  
*Erik Bollaert, Pedro Manso, Anton Schleiss*

Conference on "Hydrocarbon spills, Modelling, Analysis and Control", Alicante,  
Spain, 28 - 30.04.2004  
*Azin Amini*

72<sup>nd</sup> Annual Meeting, International Commission on Large Dams (ICOLD), Seoul,  
Korea, May 2004  
*R. Lafitte*

Conférence "le génie biologique au Tessin" et assemblée générale de l'association  
du génie biologique, Ponte Tresa, 13 - 14.05.2004  
*Giovanni De Cesare*

Conférence "Interpraevent 2004", Riva del Garda, Italie 24 - 28.05.2004  
*Jean-Louis Boillat, Tobias Meile*

Projet INTERREG IIIB - ALPRESERV, 2<sup>ème</sup> Réunion du groupe de coordination,  
Bergamo, Italie, 14.06.2004  
*Giovanni De Cesare*

Scientific visit to Universidade Técnica de Lisboa, Portugal, Prof. Jorge Matos  
(CEHIDRO), 14 - 17.06.2004  
*Pedro Manso*

Symposium "Lebensraum Fluss-Hochwasserschutz, Wasserkraft, Ökologie",  
Wallgau, Germany, 16 - 19.06.2004  
*Jean-Louis Boillat, Philippe Heller*

Journées d'étude "Dépôts de sédiments: investigations, chasses, environnement" du Comité Suisse des Barrages, Martigny, Suisse, 17 - 18.06.2004  
*Islam Awad, Giovanni De Cesare, Marcelo Leite, Anton Schleiss*

Second International Conference on Fluvial Hydraulics "RiverFlow 2004", Naples, Italy, 23 - 25.06.2004  
*Burkhard Rosier*

International Symposium on Lowland Technology "ISLT 2004", Bangkok, Thailand, 1 - 3.09.2004  
*Sameh Kantoush*

4<sup>th</sup> International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering "4th ISUD", Hokkaido University, Sapporo, Japan, 6 - 8.09.2004  
*Giovanni De Cesare*

Symposium "Des risques actuels de l'exploitation des aménagements hydro-électriques", et 93<sup>ème</sup> Assemblée générale de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux (ASAE / SWV), Brunnen, 9.09.2004  
*Anton Schleiss*

Scientific visit to Università degli Studi di Trieste, Italy, Prof. Virgilio Fiorotto, 13 - 24.09.2004  
*Pedro Manso*

3<sup>ème</sup> réunion du groupe de travail du NW-IALAD "Network – Integrity Assessment of Large Concrete Dams", ETH Zurich, 24.09.2004  
*Jean-Louis Boillat*

Projet INTERREG IIIB - ALPRESERV, 3<sup>ème</sup> Réunion du groupe de coordination, Bodendorf et Université Technique de Graz, Autriche, 3 - 4.10.2004  
*Giovanni De Cesare*

"Thematic Network on SHP (Small Hydro)" - Partners follow up meeting, Vienna, Austria, 4 - 5.10.2004  
*Anton Schleiss*

Peer Review at the University of Natural Resources and Applied Life Sciences (BOKU), Vienna, Austria, 6.10.2004  
*Anton Schleiss*

Workshop Small Hydro 2004, Porto, Portugal, 18 - 21.10.2004  
*Erik Bollaert*

Symposium "Hochwasserschutz und Flussrevitalisierungen, Synergien für Mensch und Umwelt" ETH Zurich. 13.11.2004  
*Anton Schleiss, Tobias Meile*

International Conference on Scour and Erosion, Singapore, 14 - 17.11.2004  
*Erik Bollaert*

Atelier Rhône-Thur, Bramois-Sion, 29 - 30.11.2004  
*Jean-Louis Boillat, Tobias Meile*

Annual meeting on Thematic Network on SHP (Small Hydro), Bruxelles, Belgium,  
16.12.2004  
*Erik Bollaert*

4<sup>th</sup> International Symposium on Environmental Hydraulics and 4<sup>th</sup> Congress of Asia  
and Pacific Division, International Association of Hydraulic Engineering and  
Research, Hong Kong, PR of China, 15 - 18.12.2004  
*Stéphanie André, Selim Sayah*



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

Schleiss Anton (Directeur de thèse)

---

High velocity aerated flow on stepped chutes with macro-roughness elements  
Doctorante : Stéphanie André

Schleiss Anton (Président du jury)

---

Seismic in-plane behaviour of URM walls upgraded with composites  
Doctorant : Mohammed Elgawady

Maximisation numérique et mesures accoustiques des précipitations.  
Doctorant : Pascal Goulpie

## **9. PARTICIPATION A DES COMITES DE LECTEURS ET JURY DE FONDS DE RECHERCHE / PARTICIPATION IN REVIEW COMMITTEES OF JOURNALS AND RESEARCH FUNDS**

Journal of Hydraulic Engineering :	S. André, E. Bollaert, A. Schleiss
Journal of Hydraulic Research :	A. Schleiss, G. De Cesare, E. Bollaert
Limnologica, Ecology and Management of Inland Waters :	S. Sayah
Limnology & Oceanography :	A. Schleiss
Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) :	A. Schleiss
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) :	A. Schleiss
Fond National de Recherche en Belgique :	A. Schleiss
Natural Environment Research Council (UK) :	A. Schleiss
VGB – Forschungsstiftung :	A. Schleiss
Commission pour la technologie et l'innovation (CTI)	A. Schleiss
Interpraevent	J.-L. Boillat



## 10. PUBLICATIONS

### 10.1 Journaux scientifiques / *Scientific journals*

#### 10.1.1 Référés / *Refereed*

**Kantoush S.**; Nagy H.; Watanabe K.; "*Modeling for flood prevention for the coastal area of Nile in Egypt*", Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE, VOL.48, pp. 637-642, 2004.

**S. Sayah, J.-L. Boillat, A. Schleiss**; "*The use of soft shore protection measures in shallow lakes : Research methodology and case study*", LIMNOLOGICA, pp. 65-74, 2004.

**S. Sayah, A. Schleiss, J.-L. Boillat**; "*Behavior of a Contractile Floating Reservoir for the Confinement and Recovery of Oil Slicks*", Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, September / October, pp. 266-271, 2004.

**P. Manso, V. Fiorotto, E. Bollaert, A. Schleiss**; "*Discussion of "Effect of Jet Content on Plunge Pool Scour"* by Stefano Canepa and Willi H. Hager, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 130 (11), Novembre, pp. 1128-1130, 2004

**J.-P. Wolf, A. J. Deeks**; "*Cones to model foundation vibrations: incompressible soil and axi-symmetric embedment of arbitrary shape*", Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 24, pp. 963-978, 2004

#### 10.1.2 Autres / *Others*

**Bollaert E.**; "*A comprehensive model to evaluate scour formation in plunge pools*", Hydropower & Dams, Issue One, pp. 94-101, 2004.

**J.-L. Boillat** ; "*Modélisation des écoulements*", Compte rendu des journées d'études 2004, Modélisation de l'évacuation des eaux urbaines, Hes. SO Fribourg 18 mai 2004.

**A. Schleiss**. "*Augmentation du risqué de dégâts lies aux inondations*", Tracés 19, Bulletin technique de la Suisse romande, Octobre, pp. 13-16, 2004

**D. Hersberger, A. Schleiss**. "*Einfluss von vertikalen Rauigkeitsrippen auf die Kolkgefahr entlang von gekrümmten Ufermauern*", Wasser Energie Luft, Vol. 96, Heft 9/10, pp. 227-233, 2004

R. M. León Armas Calderón, **P. Heller, A. Schleiss**. "*Protection des rives en courbe avec des épis submersibles, essais sur modèle physique*", Wasser Energie Luft, Vol. 96, Heft 9/10, pp. 263-268, 2004

**T. Meile, P. Baumann**. "*Makrozoobenthos und Hydraulik in ausgewählten Querprofilen der Rhone*", Wasser Energie Luft, 11/12, pp. 320-325, 2004

**Lafitte R.;** "*On the credibility of anti-dam NGOs*", Hydropower & Dams, Volume eleven, Issue 3, 2004.

**Lafitte R.;** in collaboration with Hauenstein W. "*Impacts of Dams in Switzerland. Direct and Indirect Benefits and Costs*", 2004. To be published by Oxford University Press.

Baumann P., Vogel U., Wächter K., Klaus I., Perraudin Kalbermatter R., Bernard R., **Meile T.** *Schlussbericht Rhone Ist-Zustand*. Subprojekt I-6: Revitalisierung und Benthos der Rhone. Decembre 2004.

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

### **10.2.1 Référés / Refered**

**Amini A., Bollaert E., Boillat J.L., Schleiss A.;** "*Preliminary design criteria for oil spill confinement booms*", Fifth International Conference on Environmental Problems in Coastal Regions Incorporating Oil Spill Studies 28-30 April, Alicante, Coastal Environment V, WIT Press, pp. 411-420, 2004.

**E. Bollaert;** "**A new procedure to evaluate dynamic uplift of concrete lining or rock blocks in plunge pools**", Proceedings of the Int. Conference on Hydraulics of Dams & River Structures, 26-28 April, Tehran, Iran, Editors F. Yazondoost & J. Attari, A.A. Balkema Publishers pp. 125-132, 2004.

**E. Bollaert, P. Manso, A. Schleiss;** "*Dynamic pressure flucturations at real-life plunge pool bottoms*", Proceedings of the Int. Conference on Hydraulics of Dams & River Structures, 26-28 April, Tehran, Iran, Editors F. Yazondoost & J. Attari, A.A. Balkema Publishers pp. 117-124, 2004.

**P. Manso, E. Bollaert, A. Schleiss;** "*Experimental investigations on high-velocity jet characteristics and its influence on plunge pool rock scour*", Proceedings of the Int. Conference on Hydraulics of Dams & River Structures, 26-28 April, Tehran, Iran, Editors F. Yazondoost & J. Attari, A.A. Balkema Publishers, pp. 173-180, 2004.

**S. André, J.-L. Boillat, A. Schleiss;** "*Energy dissipation and hydrodynamic forces of aerated flow over macro-roughness lining for overtopped embankment dams*", Proceedings of the Int. Conference on Hydraulics of Dams & River Structures, 26-28 April, Tehran, Iran, Editors F. Yazondoost & J. Attari, A.A. Balkema Publishers, pp. 189-196, 2004.

**Ch. Oehy, A. Schleiss;** "*Management of reservoir sedimentation due to turbidity currents by technical measures*", Proceedings of the Int. Conference on Hydraulics of Dams & River Structures, 26-28 April, Tehran, Iran, Editors F. Yazondoost & J. Attari, A.A. Balkema Publishers, pp. 263-270, 2004.

**D. Hersberger, A. Schleiss;** "*Reduktion der Kolke entlang von gekrümmten Ufermauern durch Anordnung von vertikalen Rauigkeitsrippen*", Internationales Symposium INTERPRAEVENT 2004 – Riva/Trient, Themenkreis VIII, pp. 93-104, 2004.

- T. Meile, M. Bodenmann, A. Schleiss, J.-L. Boillat;** "Umsetzung des Hochwasserschutzkonzeptes der Gemeinde Brig - Glis im Kanton Wallis", Internationales Symposium INTERPRAEVENT 2004 – Riva/Trient, Themenkreis VII, pp. 219-230, 2004.
- B. Rosier, J.-L. Boillat, A. Schleiss, J. Teiller;** "Influence d'un débordement latéral sur le transport solide par charriage dans un canal prismatique", Internationales Symposium INTERPRAEVENT 2004 – Riva/Trient, Themenkreis VIII, pp. 257-268, 2004.
- J.-L. Boillat, S. André, P. Hohl;** "Protection contre les crues d'un bassin versant urbanisé approche conceptuelle, méthode d'optimisation et réalisation", Internationales Symposium INTERPRAEVENT 2004 – Riva/Trient, Themenkreis VIII, pp. 23-34, 2004.
- P. Teyssiere, **F. Jordan, J.-L. Boillat;** "Concept intégral de protection contre les crues pour la ville de Viège dans le canton du Valais", Internationales Symposium INTERPRAEVENT 2004 – Riva/Trient, Themenkreis IX, pp. 251-262, 2004.
- F. Jordan, M. Jäggi, U. Nigg ;** "Optimisation d'un piège à graviers par modélisation physique sur le Baltschiederbach en Valais", Internationales Symposium INTERPRAEVENT 2004 – Riva/Trient, Themenkreis VII, pp. 181-191, 2004.
- Rosier B., Boillat J.-L., Schleiss A.;** "Influence of laterally placed side weirs on bed-load transport in a prismatic channel", River Flow 2004, Proceedings of the 2nd Int. conference on Fluvial Hydraulics, 23-25 June 2004, Napoli, Italy; Editors Grecco et al., A.A Balkema Publishers, Vol. 1, pp. 593 – 600, 2004.
- Chèvre Ph., Boillat J.-L.;** "Einfluss der NEAT – Brückenpfeiler auf die Abflussverhältnisse in der Rhone bei Raron im Kanton Wallis (Schweiz): Modellversuche und numerische Simulationen", Symposium Lebensraum Fluss – Hochwasserschutz, Wasserkraft, Ökologie, 16.-19. Juni 2004 in Wallgau, Oberbayern; Bericht Nr. 100 des Lehrstuhl und der Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft, TU München, Band 1, pp. 92-110, 2004.
- J.-L. Boillat, P. Billeter;** "Hochwasserableitung der Worble in die Aare Entwurf des Entlastungsbauwerkes", Symposium Lebensraum Fluss – Hochwasserschutz, Wasserkraft, Ökologie, 16.-19. Juni 2004 in Wallgau, Oberbayern; Bericht Nr. 100 des Lehrstuhl und der Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft, TU München, Band 1, pp. 25-34, 2004.
- T. Meile, M. Bodenmann, A. Schleiss, J.-L. Boillat;** "Flexiber Erosions- und Hochwasserschutz mit eingegrabenen Betonprismen an der Gamsa in Brig", Symposium Lebensraum Fluss – Hochwasserschutz, Wasserkraft, Ökologie, 16.-19. Juni 2004 in Wallgau, Oberbayern; Bericht Nr. 101 des Lehrstuhl und der Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft, TU München, Band 2, pp. 259-268, 2004.
- S.A. Kantoush, A. Schleiss, H.M. Nagy, K. Watanabe;** "Numerical Investigation of the Flooding Problem for the Coastal Drainage System in Egypt", Proceedings of the International Symposium, September 1-3, pp. 461-466, 2004.

**N. Nilipour, G. De Cesare, J.-L. Boillat** (2004). "*Application of UVP transducers to measure bed geometry and velocity profiles in a hydraulic scale model with gravel pit*", Proceedings 4th International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering (4th ISUD), Hokkaido University, Sapporo, Japan, 6.-8. September, pp. 41-46, 2004.

**B. Rosier, F. Jordan, G. De Cesare, J.-L. Boillat, A. Schleiss** (2004). "*Determination of velocity profiles and bed morphology using UVP transducers to investigate the influence of lateral overflow on mobile bed*", Proceedings 4th International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering (4TH ISUD), Hokkaido University, Sapporo, Japan, 6.-8. September, pp. 47-50, 2004.

**S. Emami, A. Schleiss** (2004). "*Erosion Protection at Diversion Tunnel Outlets with Concrete Prisms*", 2 nd International Conference on Scour and Erosion, 14-17 November, Singapore, 2004.

**P. Manso, E. Bollaert, A. Schleiss** (2004). "*Influence of Rock Scour Geometry on Dynamic Pressures due to Jet Impact*", 2 nd International Conference on Scour and Erosion, 14-17 November, Singapore, 2004.

**B. Rosier, J.-L. Boillat, A. Schleiss** (2004). "*Mapping of Bed Morphology for Lateral Overflow Using Digital Photogrammetry*", 2 nd International Conference on Scour and Erosion, 14-17 November, Singapore, 2004.

**S. Sayah, J.-L. Boillat, A. Schleiss** (2004). "*Effect of porosity of brushwood fences on wave transmission*", "4th International Symposium on Environmental Hydraulics" and "4th Congress of Asia and Pacific Division, International Association of Hydraulic Engineering and Research", du 15-18 Décembre, Hong Kong, pp. 1057-1062, 2004.

**B. Rosier, J.-L. Boillat, A. Schleiss** (2004). "*Velocity distribution and discharge intensity of lateral overflow on mobile bed*", "4th International Symposium on Environmental Hydraulics" and "4th Congress of Asia and Pacific Division, International Association of Hydraulic Engineering and Research", du 15-18 Décembre, Hong Kong, pp. 1659-1665, 2004

**S. André, J.-L. Boillat, A. Schleiss** (2004). "*High velocity two-phase flows over stepped chutes: Focus on air concentration*", "4th International Symposium on Environmental Hydraulics" and "4th Congress of Asia and Pacific Division, International Association of Hydraulic Engineering and Research", du 15-18 Décembre, Hong Kong, pp. 1719-1725, 2004.

### 10.3 Thèses

**S. André**, "*High velocity aerated flows on stepped chutes with macro-roughness elements*", Thèse N° 2993, EPFL

## 10.4 Communications du LCH / *Communications of LCH*

**J.-L. Boillat et P. De Souza**, "*Hydraulic System, Modélisation des systèmes hydrauliques à écoulements transitoires en charge*", Communication LCH N° 16, éd. A. Schleiss, Lausanne, 2004

**Cycle d'étude postgrade en aménagements hydraulique**, "*Collection des articles des travaux de diplôme*", Communication LCH N° 17, éd. A. Schleiss, Lausanne, 2004

**S. Emami**, "*Erosion protection downstream of diversion tunnels using concrete prisms - Design criteria based on a systematic physical model study*", Communication LCH N° 18, éd. A. Schleiss, Lausanne, 2004

**P. Chèvre**, "*Influence de la macro-rugosité d'un enrochement sur le charriage et l'érosion en courbe*", Communication LCH N° 19, éd. A. Schleiss, Lausanne, 2004

**S. André**, "*High velocity aerated flows on stepped chutes with macro-roughness elements*", Communication LCH N° 20, éd. A. Schleiss, Lausanne, 2004

## 10.5 Rapports non publiés / *Unpublished reports*

- N° 1 Raccordement ferroviaire CEVA sur la commune de Genève  
CFF - Infrastructure  
A. Schleiss, J.-L. Boillat, M. Andaroodi, janvier 2004
- N° 2 Projet Minerve, modèle de gestion des crues, rapport sectoriel N° 2  
Etat du Valais : SRCE  
A. Schleiss J.-L. Boillat, F. Jordan, février 2004
- N° 2b Réhabilitation du barrage de la Maigrauge  
EEF, Broc  
J.-L. Boillat, février 2004
- N° 3 Le Rhône à l'amont du Léman, Modèle HEC-RAS, rapport intermédiaire  
Etat du Valais : SRCE  
A. Schleiss, J.-L. Boillat, G. De Cesare, M. Leite Ribeiro, février 2004
- N° 4 Le Rhône à Rarogne, Influence de la gravière de Rarogne sur le Rhône  
Etat du Valais : SRCE  
A. Schleiss, J.-L. Boillat, N. Nilipour, mars 2004
- N° 5 Hochwasserschutz Kelchbach  
Gemeinde Naters  
A. Schleiss, J.-L. Boillat, J. Monney, mars 2004
- N° 6 Analyse calculs coup de bélier  
Serono  
A. Schleiss, E. Bollaert, avril 2004
- N° 7 Kárahnjúkar Hydroelectric Project, Bottom Outlet, Report on Design Review  
Landsvirkjun, Reykjavik, Iceland  
A. Schleiss, E. Bollaert, mai 2004

- N° 8 Analyse calculs coup de bélier - complément  
Serono  
A. Schleiss, E. Bollaert, juillet 2004
- N° 9 Erosionsprozesse und Uferstabilität an Binnenseen  
KTI-Projekt 5760.1 UTS  
A. Schleiss, J.-L. Boillat, S. Sayah, juillet 2004
- N° 10 Erosion de la plage de Préverenges VD sur la rive du Léman; concept de protection, étape 2  
SESA-Municipalité de Préverenges (VD)  
A. Schleiss, J.-L. Boillat, S. Sayah, septembre 2004
- N° 11 Le Rhône à l'amont du Léman, Modèle HEC-RAS, rapport intermédiaire  
Etat du Valais : SRCE  
A. Schleiss, J.-L. Boillat, G. De Cesare, M. Leite Ribeiro, septembre 2004
- N° 12 Ostausfahrt Brig der Matterhorn-Gotthard Bahn  
Matterhorn - Gotthard Bahn  
A. Schleiss, J.-L. Boillat, J. Monney, septembre 2004
- N° 13 Bottom Outlet Tests, Intermediate Report  
Landsvirkjun, Reykjavik, Iceland  
A. Schleiss, E. Bollaert, octobre 2003
- N° 14 Trübestrome im Stausee Livigno - Zwischenbericht  
Engadiner Kraftwerke AG (EKW)  
A. Schleiss, G. De Cesare, M. Leite Ribeiro, novembre 2004
- N° 15 Le Port des Iris sur la commune d'Yverdon-les-bains (VD): Etude des causes de l'ensablement et des solutions pour y remédier- Etape 1 : Analyse et modélisation de la situation actuelle.  
Commune d'Yverdon-les-bains  
A. Schleiss, J.-L. Boillat, S. Sayah, A. Amini, novembre 2004
- N° 16 Erosion de la plage de Préverenges (VD) sur la rive Nord du Léman ;  
Concept de protection, Etude des causes de l'érosion et des solutions pour y remédier  
Commune de Préverenges  
A. Schleiss, J.-L. Boillat, S. Sayah, novembre 2004
- N° 17 Déchargeurs de la centrale de Cusset, Etude expérimentale sur modèle physique  
Electricité de France (EDF)  
A. Schleiss, J.-L. Boillat, M. Andaroodi, novembre 2004
- N° 18 Le Port des Iris sur la commune d'Yverdon-les-bains (VD): Etude des causes de l'ensablement et des solutions pour y remédier- Etape 2 : Validation et optimisation de la solution  
Commune d'Yverdon-les-bains  
A. Schleiss, J.-L. Boillat, S. Sayah, A. Amini, novembre 2004



Edition finale Martine Tiercy  
© LCH 2005





ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Prof. Dr A. Schleiss  
Laboratoire de constructions hydrauliques - LCH  
Station 18  
EPFL, CH-1015 Lausanne  
<http://lchwww.epfl.ch>  
e-mail: [secretariat.lch@epfl.ch](mailto:secretariat.lch@epfl.ch)