



Rapport d'activité ***Activity Report*** **2003**

75 ans d'hydraulique et de constructions hydrauliques au génie civil



PREFACE / FOREWORD

75^{ème} anniversaire du laboratoire de constructions hydrauliques et toujours le défi de la gestion des eaux

En 2003, l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) a fêté son 150^{ème} anniversaire. Dès le début, le génie civil en général et l'ingénierie hydraulique en particulier ont compté parmi les points forts de l'EPFL dans les domaines de l'enseignement et du transfert de technologie. Il y a 150 ans, les défis hydrauliques de notre société résidaient dans la mise en place d'infrastructures telles que corrections de rivières pour la protection de la population, irrigation et exploitation de la force hydraulique comme soutien à l'industrialisation de la Suisse. En 1928, à l'initiative du professeur Dr Alfred Stucky, le premier laboratoire expérimental de l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne fut créé. Il s'agissait du Laboratoire d'Hydraulique, dirigé par son initiateur, dont le rôle était l'établissement des bases scientifiques nécessaires à la construction des grands ouvrages hydrauliques que sont les barrages dans les Alpes construits au 20^{ème} siècle.

Aujourd'hui, le défi de l'eau persiste toujours, non seulement en Suisse mais également ailleurs dans le monde. Grâce à une recherche de haut niveau où 10 thèses sont actuellement en cours, à un enseignement postgrade en aménagements hydrauliques de haute qualité, internationalement reconnu, ainsi que grâce aux services dans le cadre d'expertises et de modélisations physiques et numériques, le laboratoire de constructions hydrauliques concentre toutes ses compétences pour répondre au défi de l'eau.

Au nom de toutes les collaboratrices et de tous les collaborateurs de notre laboratoire, je tiens à remercier vivement tous nos partenaires et mandants pour leur soutien au cours de l'année 2003.

75th anniversary of the laboratory of hydraulic constructions and the challenge of water persists

In 2003 the Swiss Federal Institute of Technology in Lausanne (EPFL) was celebrating its 150th anniversary. Since the very beginning civil engineering in general and hydraulic engineering in particular was a main issue in teaching and knowledge transfer of EPFL. 150 years ago the challenges of our society focussed on the construction of infrastructures mainly river training works in order to protect the growing population and to ensure agricultural production as well as to utilize hydropower for industrial development of Switzerland. In 1928 initiated and directed by Professor Dr Alfred Stucky the first experimental laboratory of the EPFL, the hydraulic laboratory was inaugurated. It was founded mainly to establish the scientific bases needed for the construction of the large hydraulic schemes such as dams in the last century in the Alps.

Today the challenges of water still exist more than ever not only in Switzerland but all over the world. With a high level research, actually 10 doctoral thesis are under way, a high quality teaching with an international reputation by the post-graduate course in hydraulic schemes as well as services in the framework of expertises, physical and numerical modelling for solving complex hydraulic engineering problems, the laboratory of hydraulic constructions concentrates all its competences to contribute to the challenge of water.

In the name of all the collaborators of our Laboratory, I wish to thank warmly all our partners and clients for their support during 2003.



Prof. Dr Anton Schleiss

1. Recherche / Research	1
1.1 Recherche fondamentale / Fundamental research	1
1.1.1 Barrages submersibles – Ecoulements aérés à hautes vitesses sur macro-rugosités / <i>Overflow dams – High velocity aerated flow on steep slope over macro-roughness</i>	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 / <i>Rock scour by high-velocity jets: the influence of aeration and prototype characteristics of plunge pools and rock joints</i>	4
1.1.3 Influence d'un déversoir latéral sur le transport solide dans un canal à lit mobile / <i>Influence of side weirs on bed-load transport in a prismatic channel with movable bed</i>	8
1.1.4 Effet des vagues sur l'érosion et efficacité des mesures de protection sur la stabilité des rives lacustres / <i>Waves effect on erosion and efficiency of soft shore protection technique in lakes</i>	12
1.1.5 Modèle de gestion des crues / <i>Flood management model</i>	15
1.1.6 Effets de la rugosité et de la géométrie des rives sur la propagation des intumescences dans les canaux / <i>Influence of roughness and geometry of channel bank on unsteady flow and wave propagation</i>	18
1.1.7 Méthodologies et stratégies pour l'analyse de synergies possibles au sein des aménagements hydroélectriques fluviaux à buts multiples / <i>Methodologies and strategies for the analysis of possible synergies within multi-purposes run-of-river hydroelectric power plants</i>	21
1.1.8 Réservoir flottant contractile pour la récupération et le stockage des nappes d'hydrocarbures/ <i>Contractile floating barriers for confinement and recuperation of oil slicks</i>	24
1.1.9 Influence de la géométrie sur la sédimentation de la charge en suspension des réservoirs peu profonds / <i>Influence of reservoir geometry on the sedimentation of shallow reservoirs by suspended load</i>	27
1.1.10 Influence de la macro-rugosité d'un enrochement sur le charriage et l'érosion en courbe / <i>Influence of the macro-roughness of a bank protection by rip-rap on bed load transport and local scouring in bends</i>	29
1.1.11 Protection contre l'érosion à l'aval des galeries de dérivation à l'aide de prismes en béton / <i>Erosion protection downstream of diversion tunnels using concrete prisms</i>	34
1.2 Recherche appliquée (exemples sélectionnés) / <i>Applied research (selected examples)</i>	38
1.2.1 Tunnel de base du Lötschberg : Vérification de la capacité hydraulique du système d'évacuation des eaux d'incendie par modélisation numérique / <i>Lötschberg tunnel, inflammable liquid evacuation system : Verification of the hydraulic capacity by numerical simulation</i>	38

1.2.2	Construction de brise-lames à l'entrée du port de la commune de Founex (VD), Etude numérique / <i>Construction of Breakwaters at the entry of the harbour of the commune of Founex (VD) : Numerical modeling</i>	40
1.2.3	Influence du nouveau chemin d'accès aux ponts ferroviaires sur le Rhône à Rarogne / <i>Influence of the new access path to the railway bridges on the Rhone River in Rarogne</i>	42
1.2.4	Hochwasserschutzprojekt der Gamsa (Brig-Glis, Kanton Wallis) – Hydraulische Modellversuche / <i>Projet de protection contre les crues de la Gamsa – Essais sur modèle / Flood protection concept of the Gamsa river – Physical model analysis</i>	45
1.2.5	Calcul hydrodynamique 3D d'un nouveau bassin de rétention de polluants à l'usine chimique de Lonza à Viège / <i>3D numerical flow simulation of a hazard pollutant retention basin in the Lonza Visp chemical plant</i>	49
1.2.6	Modélisation physique du nouvel évacuateur de crues du barrage de Maccheronis en Sardaigne, Italie; / <i>Maccheronis dam, Sardinia, Italy; physical model tests of the new spillway</i>	53
1.2.7	Petite Hydro-électricité / <i>Small Hydropower</i>	55
2.	Enseignement / Teaching	57
2.1	Cycle postgrade en aménagements hydrauliques / <i>Postgraduate studies in hydraulic schemes (2001 - 2003 et 2003 - 2005)</i>	57
2.2	Cours à l'EPFL donnés par les collaborateurs du LCH / <i>Courses at EPFL given by LCH staff</i>	60
2.2.1	Cours de 2 ^{ème} cycle en génie civil / <i>Graduate courses in Civil Engineering</i>	60
2.2.2	Cours de 2 ^{ème} cycle en sciences et ingénierie de l'environnement / <i>Graduate courses in sciences and environmental engineering</i>	61
2.2.3	Cycle postgrade en aménagements hydrauliques / <i>Postgraduate course in hydraulic schemes</i>	61
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>	62
2.3	Cours hors EPFL / <i>Courses outside EPFL</i>	63
2.4	Projets et laboratoires du 2 ^{ème} cycle en génie civil – semestres d'hiver 2002/2003 et d'été 2003 / <i>Graduate student projects and laboratory work in Civil Engineering – winter semester 2002/2003 and summer semester 2003</i>	63
2.5	Travaux pratiques de diplôme - octobre 2002 à mars 2003 / <i>Diploma thesis works – October 2002 to March 2003</i>	64
2.6	Excursions d'étudiants / <i>Student excursions</i>	66

2.7	<i>Livres / Textbooks</i>	68
2.8	<i>Polycopiés / Student course books</i>	69
3.	Manifestations scientifiques / Scientific events	71
3.1	<i>Atelier Hydraulic System / Workshop Hydraulic System</i>	71
3.2	<i>Séance plénière du projet "Rhône-Thur" / Workshop of the "Rhone-Thur" project</i>	73
3.3	<i>Visite d'une délégation de l'Association technique du Vorarlberg, Autriche / Visit of a delegation of the technical Association of Vorarlberg, Austria</i>	73
3.4	<i>Conférences publiques au LCH / Public conferences at LCH</i>	74
3.5	<i>Conférences internes au LCH / Home conferences at LCH</i>	75
3.6	<i>Participation aux comités d'organisation / Member of organising committees</i>	76
4.	Personnel / Staff	78
4.1	<i>Organisation du LCH / Organisation of LCH</i>	78
4.2	<i>Collaborateurs en 2003 / Staff in 2003</i>	79
4.3	<i>Professeurs invités et hôtes académiques / Visiting professors and academic visitors</i>	81
4.4	<i>Événements spéciaux / Special events</i>	81
4.4.1	<i>Journées portes ouvertes à l'EPFL / Open days at EPFL</i>	81
4.4.2	<i>Mention d'honneur du concours d'affichage du XXI Congrès de la CIGB, programme "Pour la Relève" / Honourable Mention at the Poster Session of the XXI ICOLD Congress, program "Next generation"</i>	83
4.4.3	<i>Sortie du laboratoire de constructions hydrauliques dans le sud de la France / Visite of the south of France by the Laboratory of Hydraulic Constructions</i>	84
4.4.4	<i>Ouverture de la 3^{ème} édition du cycle postgrade en aménagements hydrauliques 2003-2005 / Opening ceremony of the 3rd edition of the Postgraduate course in hydraulic schemes 2003-2005</i>	86
4.4.5	<i>75^{ème} anniversaire des laboratoires d'hydraulique du génie civil / 75 years of the Laboratory of Hydraulic Constructions</i>	88
4.4.6	<i>Renouvellement des installations de régulation de la halle d'hydraulique / Replacement of regulation equipments of the hydraulic experiences hall</i>	90
4.4.7	<i>Passeport vacances / "Holiday passport"</i>	91

4.5	<i>Rapports sélectionnés des conférences / Selected conference reports</i>	92
4.5.1	SeeUfer 2003 / <i>LakeShores 2003</i> Universität Konstanz, Deutschland, 19 – 21 Juni 2003	92
4.5.2	International Conference on the Impact of Global Environmental Problems, Geneva, Switzerland, 16-18 July 2003	92
5.	Participation aux commissions, associations professionnelles et académiques / <i>Participation in commissions, professional and academic associations</i>	94
6.	Conférences données par les collaborateurs du LCH / <i>Conferences presented by LCH staff</i>	98
6.1	<i>Invités / Invited</i>	98
6.2	<i>Autres conférences / Other conferences</i>	99
7.	Participation aux congrès et visite des instituts de recherche / <i>Participation in congresses and visits of research institutes</i>	101
8.	Participation au jury de thèses de doctorat / <i>Participation in doctoral thesis jury</i>	103
9.	Participation à des comités de lecteurs et jury de fonds de recherche / <i>Participation in review committees of journals and research foundations</i>	103
10.	Publications	104
10.1	<i>Journaux scientifiques / Scientific journals</i>	104
10.1.1	Référés / <i>Refereed</i>	104
10.1.2	Autres / <i>Others</i>	105
10.2	<i>Comptes rendus des congrès / Proceedings of congresses</i>	106
10.2.1	Référés / <i>Refereed</i>	106
10.3	<i>Communications du LCH / Communications of LCH</i>	107
10.4	<i>Rapports non publiés / Unpublished reports</i>	107

1. RECHERCHE / RESEARCH

1.1 Recherche fondamentale / Fundamental research

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

En raison de sa grande énergie, l'écoulement qui déverse sur un barrage en remblai peut provoquer des dégâts importants (érosion de la pente aval et du pied de chute) jusqu'à la rupture de l'ouvrage. Une solution de protection efficace consiste à recouvrir le coursier de marches d'escaliers. Elles permettent de dissiper l'énergie le long du coursier et ainsi de réduire la vitesse de l'écoulement sur le coursier et l'énergie résiduelle en pied de chute. Dans ce cadre, les buts de la recherche ont été de comprendre le phénomène de dissipation d'énergie, de définir un coefficient global de perte de charge ainsi que de proposer un système de protection optimal constitué de macro-rugosités de surface.

La phase expérimentale du projet a consisté à mesurer les caractéristiques de l'écoulement (concentration en air, vitesse, énergie résiduelle) et les contraintes sur les éléments (pressions moyennes, extrêmes et leur fluctuations), pour deux pentes typiques des ouvrages en remblai 18.6° ($\approx 1V : 3H$) et 30° ($\approx 1V : 1.7H$), pour les trois régimes d'écoulement en nappe, en transition et en mousse et ceci pour divers systèmes de macro-rugosités.

Due to its high energy, the overflow can create significant damage when overtopping an embankment dam (downstream slope erosion and toe scouring) till the failure. An efficient protection solution consists in fitting the slope with steps. In fact, the latter permit to dissipate the energy along the slope and then to reduce the bottom flow velocity and the residual energy at the toe.

In this context, aims of the research were to understand the energy dissipation process, to define a global head loss coefficient as well as to propose an optimum surface macro-roughness system regarding energy dissipation and designing.

The experimental phase of the project consisted in measuring the flow characteristics (air concentration, velocity, residual energy) as well as the stress on the macro-roughness elements (mean, extreme pressures and their fluctuations) for two typical slopes of embankment dams, 18.6° ($\approx 1V : 3H$) and 30° ($\approx 1V : 1.7H$), for the three flow regimes: nappe, transition and skimming flow and several macro-roughness linings.

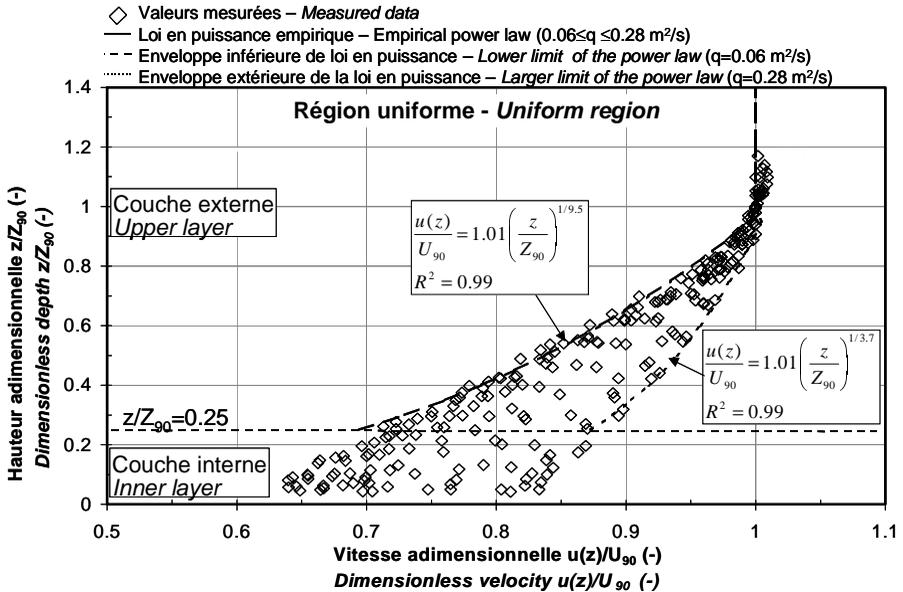


Figure 1: Profils de vitesse pour le régime en mousse dans le canal en escalier à 30° / Velocity profiles of the skimming flow in the 30° stepped flume

Pour les marches conventionnelles ($m=0$), les profils de vitesse ont montré que pour les régimes de transition et en mousse, l'écoulement peut être divisé en deux couches. Une couche interne ($z/Z_{90} < 0.25$ avec Z_{90} la hauteur du mélange eau-air à une concentration d'air de 90%), influencée par la turbulence due aux macro-rugosités et décrite par une loi de vitesse logarithmique. Une couche externe ($z/Z_{90} \geq 0.25$) dont le profil de vitesse suit une loi de puissance comme pour les coursiers lisses (Fig. 1, avec U_{90} la vitesse à 90% d'air et $u(z)$ la vitesse longitudinale à la hauteur z).

Les configurations « 2D » testées, soit une marche sur trois ($m=1/3$), une marche sur deux ($m=1/2$) ou toutes les marches ($m=1$) équipées d'un seuil, ont

For conventional steps ($m=0$), the measured velocity profiles showed that, for transition and skimming regimes, the flow can be divided into two layers. A lower layer ($z/Z_{90} < 0.25$ with Z_{90} the height of the mixture air-water flow at 90% of air concentration), influenced by the turbulent rough boundary due to the macro-roughness elements and which is characterized by a logarithmic velocity profile. A upper layer ($z/Z_{90} \geq 0.25$) with a velocity profile which experiments a power law as in case of smooth slope (Fig. 1, with U_{90} the velocity at 90% of air concentration and $u(z)$ the longitudinal velocity at the height z).

The "2D" tested macro-roughness configurations, namely every third step ($m=1/3$), every second step ($m=1/2$) or

mis en évidence que si les vortex piégés dans les marches augmentent les pertes par frottement, c'est surtout les effets de forme tels que le jet interne ou la zone de séparation vortex/jet qui contribuent à améliorer le rendement dissipatif.

all steps (m=1) equipped with endsill, highlighted that if the vortices trapped in the steps contribute to increase the friction losses, it's the drag form effect such as the internal jet or the separation zone vortex/jet which improves significantly the dissipation efficiency.

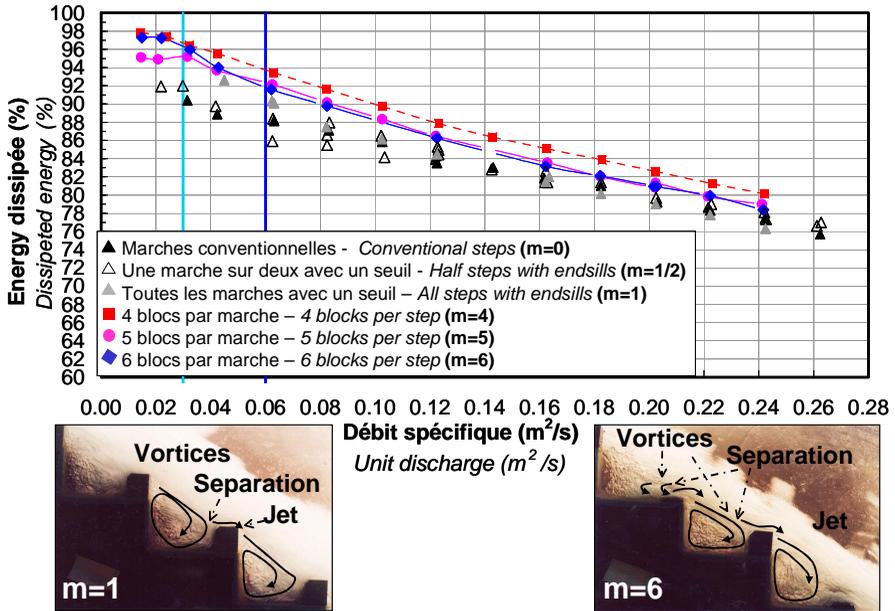


Figure 2: Taux d'énergie dissipée pour différentes configurations de la pente de 30° / Energy dissipation rate for several macro-roughness system for the 30° slope

Les configurations « 3D », consistant en un recouvrement des nez de marches par des blocs espacés (m=4, 5, 6) ont fourni des résultats prometteurs. Le coefficient de forme de ces blocs (effet de contraction et de sillage) augmente le taux d'énergie dissipée de 5 à 8% par rapport aux marches conventionnelles (Fig. 2). En particulier, le système à 4 blocs par

The « 3D » configurations, consisting in rectangular blocks fixed at the downstream of the horizontal step faces provided promising results. The drag coefficient of the blocks (effect of contraction and wake) increases the energy dissipation rate of 5 to 8% compared to the conventional steps bottom. The four blocks system in particular diminishes of about 45 % the

marche ($m=4$) diminue l'énergie résiduelle en pied de chute d'environ 45% par rapport à un coursier lisse, pour le plus grand débit testé ($q=0.26 \text{ m}^2/\text{s}$) sur la pente de 30° .

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

Doctorante : Stéphanie André

residual energy at the toe compared to a smooth chute, for the highest tested discharge ($q=0.26 \text{ m}^2/\text{s}$) and for the 30° slope.

Research financed by the Federal Office of Water and Geology

Ph. D. student: 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. Elle envisage l'étude des processus physiques concernés dans l'évolution de l'érosion à l'aval des barrages. Pour ce faire, la recherche se concentre sur l'étude des pressions dynamiques transmises à la fondation rocheuse. L'objectif à long terme est le développement d'outils de modélisation capables de simuler les interactions entre l'eau, l'air et la roche de façon à mieux estimer la profondeur ultime d'affouillement (et son extension dans l'espace). Un nouvel outil existe déjà (Bollaert 2002), son application à des cas réels ainsi que la poursuite de son développement sont en cours.

En 2003, la recherche s'est concentrée sur les conditions d'émission du jet et l'interaction entre la diffusion du jet à l'intérieur du matelas d'eau et la géométrie de la fosse d'érosion. Les conditions de sortie du jet sont très importantes pour le comportement du jet dans sa trajectoire dans l'air, notamment pour son étalement et la contraction du noyau potentiel, ainsi

Research on rock scour by high-velocity plunging water jets issuing from hydraulic structures is being undertaken at the LCH since late 90's. It aims at studying the physical processes involved in the evolution of scour of a rocky riverbed downstream of large dams by falling jets. Research has focused on the study of the dynamic pressures transmitted to the rocky foundation for different conditions of jet velocity, tailwater levels, etc. The ultimate goal is to develop a comprehensive modelling tool based on the physics of water-air and rock interactions to estimate the ultimate depth and extent of scour during the expected lifetime of the dam. One existing model (Bollaert 2002) has already been used for practical cases and its further development is envisaged in this research project.

During 2003, research focused on the study of jet issuance conditions from dam outlets and on the influence pool geometry may have on jet diffusion. Issuance conditions are relevant for jet behaviour during its travel in the air, namely for jet spreading and break-up,

que pour l'estimation de l'énergie à l'impact. Pour l'étude des caractéristiques du jet à sa sortie, une série d'essais en laboratoire a été réalisée. Elle a permis de mieux connaître des paramètres comme l'intensité de turbulence, le profil de vitesses et le facteur de correction de l'énergie cinétique, pour des vitesses jusqu'à 30 m/s. Des mesures de pressions dynamiques ont été entreprises à la sortie du jet avec l'installation expérimentale présentée à la Figure 1. Les résultats montrent que les profils de vitesse sont plutôt uniformes que turbulents à cause de l'influence de la contraction de la section et que l'énergie cinétique peut varier de $\pm 10\%$, le facteur de correction de celle-ci variant entre 1.0 et 1.1. D'autre part, l'intensité de turbulence Tu est généralement inférieure à 8%, tend vers 4% pour les plus hautes vitesses et pour des sorties à contraction brusque et peut descendre jusqu'à 2-3% pour des sorties à géométrie convergente.

and for the characteristics of the jet's core at impact with the water cushion or the rocky riverbed downstream. With the purpose of further investigating the jet's characteristics at issuance, experimental work was performed which allowed clarifying the meaning and values of key parameters at issuance, such as the turbulence intensity, the velocity profile and the kinetic energy correction factor, for prototype velocities up to 30 m/s. Pressure measurements were taken right below the jet outlet nozzle using the set-up presented in Figure 1. The results show that the velocity profiles at the exit of an outlet with an important contraction is rather uniform than turbulent, the kinetic energy correction factor varying between 1.0 and 1.1. Furthermore, jet turbulence intensity Tu at issuance is generally lower than 8%, tending for 4% for high prototype velocities. Smooth convergent outlets can produce even less turbulent jets, Tu decreasing as low as 2-3%.

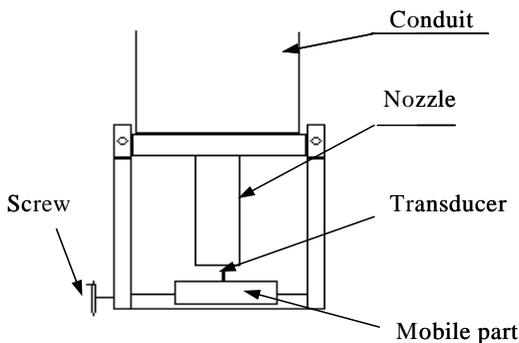


Figure 1 : Installation expérimentale utilisée pour l'étude des caractéristiques du jet à la sortie / *Experimental set-up used for the study of jet take-off conditions*

Une deuxième campagne expérimentale est en cours pour l'étude de l'interaction entre la diffusion du jet à l'intérieur du coussin d'eau et les frontières physiques de la fosse. En effet, jusqu'à présent, l'érosion, c'est à dire l'influence de la géométrie de la fosse d'érosion, a été simulée comme un processus qui progresse par paliers horizontaux. Dans cette hypothèse, seul l'épaississement du matelas d'eau contribue au développement du jet et à la réduction des pressions transmises à la fondation.

Une épaisseur du matelas d'eau égale à environ 4 à 6 fois la plus petite dimension du noyau du jet à l'impact (diamètre ou épaisseur) est suffisante pour faire disparaître le noyau. Les pressions moyennes à l'interface eau-rocher sont ainsi considérablement réduites. A partir de ce point, l'érosion serait due aux fluctuations de pression, jusqu'à l'obtention d'une configuration d'équilibre. En réalité, la forme de la fosse dépendra principalement de la géologie locale. Pour introduire cette interaction dans l'analyse de l'affouillement, il a été décidé d'initier une étude de différentes géométries de fosses d'érosion. Comme première approche, le confinement latéral du jet est analysé (Figure 2). Le reflet du jet sur les parois latérales de la fosse change l'écoulement à l'intérieur de la fosse et, dans certains cas, modifie la diffusion du jet lui-même. Les pressions transmises à la fondation sont différentes de celles de l'analyse précédente avec paliers horizontaux.

A second experimental investigation was started and is well underway to evaluate the interaction between jet diffusion inside the water cushion and the geometry of the plunge pool. In fact, up to now only the variation of water cushion's thickness, i.e. the geometry of the scour hole, was considered to play a significant role in jet development.

For a water cushion thickness in the order of 4 to 6 times the jet core's smallest dimension (diameter or thickness at impact) the jet core disappears and mean pressures at the rock interface decrease considerably. From this point on, rock fracturing is no longer be done by action of mean pressures but rather by fluctuating pressures. However, lateral jet reflection may modify its development as well as the pressures transmitted to the foundation. Depending on the site's geology, the plunge pool will tend to develop depthwise, laterally, biased, etc, according to a complex process of rock fracturing and block ejection. In order to simulate more realistic plunge pool conditions, a first series of test was performed for a lateral confinement of the plunge pool bottom (Figure 2). Different pool geometries are being tested, to model shallow vs. deep, narrow vs. wide and stepped conical confinements. The dynamic loading resulting from different pool flow patterns is being assessed based on pressure measurements and video recording.

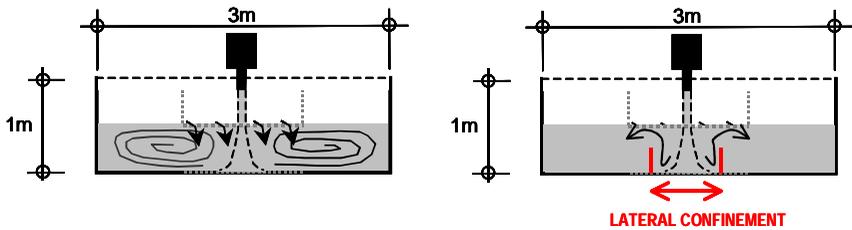


Figure 2 : Schéma des modifications réalisées à l'installation expérimentale pour l'étude du confinement latérale du jet / Schematic representation of the changes performed to the experimental facility for jet lateral confinement study

Les premiers résultats montrent une modification des conditions de transition d'un jet compact vers un jet développé. La suite comprend l'analyse de géométries de plus en plus complexes. La modification des pressions transmises à la fondation a une influence directe sur l'ouverture et la propagation des fissures. D'autre part, ces mêmes mesures de pressions sont censées permettre l'établissement d'une corrélation entre la persistance d'un état de pressions autour d'un bloc de rocher et les dimensions de celui-ci. Vu que la taille du bloc dépend en premier lieu des caractéristiques de fissuration du rocher, cette corrélation permettrait de mieux expliquer le processus d'éjection des blocs.

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

Docteurant : Pedro A. Manso

Preliminary results show modifications in the transition from compact to developed jets by a combined action of tailwater depth increase and lateral confinement. Further experiments will be undertaken in the near future with more complex geometries, focusing on pressure characteristics at the rock interface and on the correlation between plunge pool turbulent flow pattern (namely the size and persistence of macro-turbulent flow structures) and the fissuring pattern. The former is directly relevant for crack opening and block formation whereas the latter influences rock block ejection from the matrix.

Research financed 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 multidisciplinaire 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 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'examiner l'intégration géométrique des œuvres (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 inondations, l'utilisation de volumes de rétention par un débordement contrôlé de déversoirs latéraux revêt un intérêt particulier, tant d'un point de vue technique que d'aménagement du territoire. Les déversoirs latéraux sont installés dans la digue le long d'un canal avec le but de détourner d'une manière contrôlée l'eau par-dessus leur crête quand le niveau d'eau dans le canal dépasse une certaine limite. La perte d'une partie du débit a toutefois pour effet de réduire la capacité de transport par charriage en diminuant la contrainte de cisaillement. Il en résulte la formation locale de dépôts sédimentaires qui provoquent un accroissement du débit déversé latéralement. Cette interaction entre le débordement latéral

The multidisciplinary flood protection research project DIFUSE (Digues Fusibles et Submersibles, 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 (Ecole d'ingénieurs de Fribourg, EIF), to investigate the stability of submerged river dykes including scouring at the toe (Ecole d'ingénieurs du canton Vaud, EIVD), to carry out research about the geometric integration (Ecole d'ingénieurs de Genève, 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).

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 photogramtrical 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

et le transport solide par charriage doit être connue pour éviter un comportement non contrôlé du déversoir latéral.

L'objectif particulier du LCH est de conduire une étude expérimentale destinée à mieux comprendre les processus physiques par une analyse paramétrique adimensionnelle. Le but est de déterminer, à l'aide de levées photogrammétriques, les changements morphologiques du lit et de trouver des relations empiriques pour les décrire. En outre les données acquises servent au calage et à la validation d'un modèle numérique 3D permettant d'analyser l'influence d'un débordement latéral sur le transport solide par charriage et d'élargir la gamme d'application des conditions simplifiées du modèle physique à des cas plus généraux.

Sur la base d'une approche expérimentale, une analyse systématique des processus physiques a été effectuée. Le chenal d'écoulement est installé à l'intérieur d'un canal fixe du laboratoire (longueur 30m, largeur 20m, hauteur 1.2m). Les hauteurs d'eau sont enregistrées de manière continue tout au long du canal aussi bien que sur le déversoir frontal par 15 limnimètres à ultrasons. Les vitesses sont mesurées avec huit capteurs ultrasoniques à effet Doppler (UVP), dont quatre sont orientés dans la direction longitudinale et quatre dans la direction perpendiculaire au déversoir latéral, permettant de déterminer le champ de vitesses dans le plan 2D. Par une analyse photogrammétrique un modèle numérique de terrain (MNT) (Fig. 1, b) est créé dans le but de déterminer les changements morphologiques du lit et de calculer les volumes sédimentaires érodés et déposés (Fig. 1, c).

more general cases.

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

With the help of an experimental setup, the physical processes in the main-channel and on the side weir were analyzed systematically. The tests were conducted in a rectangular 1.5m wide, 30m long and 1.2m deep flume (Fig. 1, a) under equilibrium sediment transport conditions. Water depth along the main-channel as well as on the sharp-crested side weir were recorded continuously by the use of 15 ultrasonic gauges. 2D velocity fields were measured with eight Ultrasonic Doppler Velocity Profilers (UVP). By a photogrammetrical analysis of the drained bed at the end of each test a digital terrain model (DTM) (Fig. 1, b) is created with the purpose to determine riverbed changes and to calculate eroded and deposited sediment volumes (Fig. 1, c).

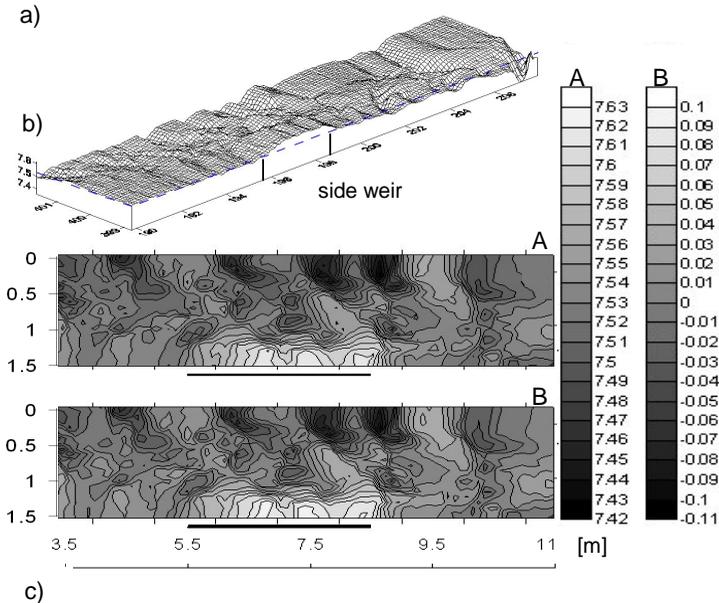
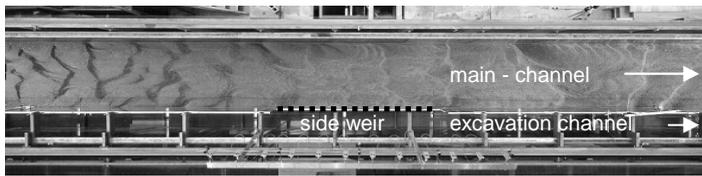


Figure 1 a) Morphologie du lit après 2 heures d'essai; b) MNT du lit final; c) vue en plan du lit final (A) et différence des niveaux (B) entre le lit initial et le lit final après 2 heures d'essai /

a) Bed topography after 2 hours test run; b) DTM of the final bed situation; c) plan view of the final bed situation (A) and level difference (B) between initial flat bed and topography after 2 hours test run

Dans l'état actuel du projet de recherche une grande partie de l'analyse reste à être effectuée. Cependant, quelques observations préliminaires peuvent être formulées. L'écoulement est attiré par le déversoir latéral et provoque une surélévation du lit mobile ainsi qu'une modification progressive

At the actual stage of the research project, some analysis remains still to be carried out. However, some preliminary ideas can be expressed. The flow is attracted by the lateral side weir leading to a progressive modification of the bed morphology. The diverted discharge induces an

de sa morphologie à l'aval du déversoir latéral. En raison des ces dépôts la vitesse d'écoulement en face du déversoir est augmentée avec pour résultat la formation de zones d'érosion plus en aval (Fig. 1, c). La surélévation du lit est accompagnée d'une surélévation de la ligne d'eau conduisant à un débit déversé plus élevé (Fig. 2). Le débit déversé s'élève en moyenne à 25 % du débit introduit à l'amont. Comparé au débit déversé pour un lit fixe, le rapport débit déversé/débit total est d'environ 43% plus élevé avec un lit mobile. En raison de l'avancement des dunes, ce processus est dépendant du facteur temps. Ces variations sont représentatives de l'interaction entre les phénomènes hydrauliques et sédimentaires.

elevation of the mobile bed, particularly on the weir side of the channel. Due to these deposits the flow velocity opposite to the weir is increased resulting in erosion processes further downstream (Fig. 1, c). The bed elevation is combined with an elevation of the water level leading to an increased diverted discharge over the side weir (Fig. 2). The diverted discharge amounts on average to 25 % of the total discharge introduced. Compared to the diverted discharge for a fixed bed, the ratio diverted discharge/discharge is about 30 % higher with a mobile bed. Due to the migration of dunes this process is strongly transient since at the beginning of the experiment the diverted discharge/main-channel discharge ratio is low, then rapidly increases to a maximum before reaching almost a constant value. These variations are representative for the interaction between the hydraulic and sedimentary phenomena.

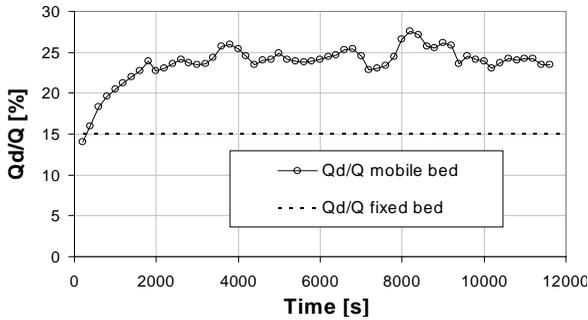


Figure 2: Evolution du débit déversé (Q_d) au cours du temps en pourcent du débit total amont (Q) / Time evolution of diverted discharge (Q_d) in percentage of total discharge introduced upstream (Q).

Sur la base des résultats d'une première série d'essais, les expériences restantes seront traitées selon le même procédé afin de permettre une analyse paramétrique adimensionnelle et de développer des relations empiriques pour les comportements hydraulique et sédimentaire. Les données rassemblées serviront également à caler un modèle numérique 3D afin d'analyser les effets observés en détail et d'élargir la gamme d'application.

Une meilleure compréhension de l'interaction du transport solide avec le débordement latéral permettra d'élaborer et fournir des critères de conception appropriés aux ingénieurs impliqués dans la conception des fusibles dans le cadre des projets de protection contre les crues.

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

Doctorant : Burkhard Rosier

The remaining experiments will be analysed according to the same procedure to finally perform a non-dimensional parameter analysis and to develop empirical relationships for the hydraulic and sedimentary behaviour. The collected data will then serve to calibrate a 3D numerical model in order to analyze the observed effects in detail and to widen the application range.

A better understanding of the interaction of sediment transport with lateral overflow will allow to develop and to provide appropriate design criteria for engineers involved in the design of fuse plugs on rivers in the framework of flood protection projects.

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

Ph. D. student : Burkhard Rosier

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

Le projet de recherche EROSEE, en partenariat avec la Haute école spécialisée bernoise, concerne l'analyse et l'optimisation des mesures de protection des rives lacustres.

Au cours de cette année, le Dr Andres Matheja de l'Université de Hannover, a été invité comme hôte académique à l'EPFL. Sa visite a contribué à l'avancement du projet sur les points suivants:

L'amortissement des vagues par des structures poreuses est décrit par un

The research project EROSEE, with partenariat of Berne University for Applied Sciences, aims to analysing and providing scientific basis for the design of shore protection measures in Lakes

During this year, Dr. Andres Matheja from the University of Hannover was an invited professor and contributed a lot in the development of the project. The main new ideas resulted from the visit are briefed as following:

Wave dumping by a porous structure is

coefficient de transmission K_t , utilisé pour leur modélisation numérique. Pour les barrages à claire-voie ce coefficient K_t dépend de la hauteur de vague H , de la profondeur de l'eau d , de la période de la vague T , de la dimension de la structure D et de la porosité P .

Le coefficient de transmission a été évalué pour le barrage à claire-voie à l'Université de Hannover par des essais à l'échelle 1:1. Le modèle physique de l'EPFL (échelle 1:10) (Fig. 1) doit tout d'abord permettre d'identifier les matériaux dont la réponse est similaire à celle observée en réalité. Une comparaison avec les résultats des essais de Hannover basée sur les valeurs de K_t est ainsi nécessaire. Une fois les matériaux sont choisis, des séries d'essais seront réalisés pour étudier différentes variantes de protections dont celles réalisées sur le lac de Biene.

described by the transmission coefficient, which is also used in numerical modelling as the only input parameter. For brushwood fence is was identified as a function of $K_t = f(H - \text{wave height}, d - \text{water level}, T - \text{wave period}, D - \text{dimension of the structure}, P - \text{porosity})$.

The transmission coefficient of brushwood fences was investigated in a research project at University of Hannover Physical model tests (scale 1:10) (Fig. 1) at EPFL wave basin will focus in a first step on the identification of a proper material to replace real full scale material. The results can be checked using K_t values from Hannover experiments. If an adequate material is identified, the experiment at EPFL can also be used to investigate K_t values for higher waves and other periods. It can also be used to study the design variant "Bieler See".

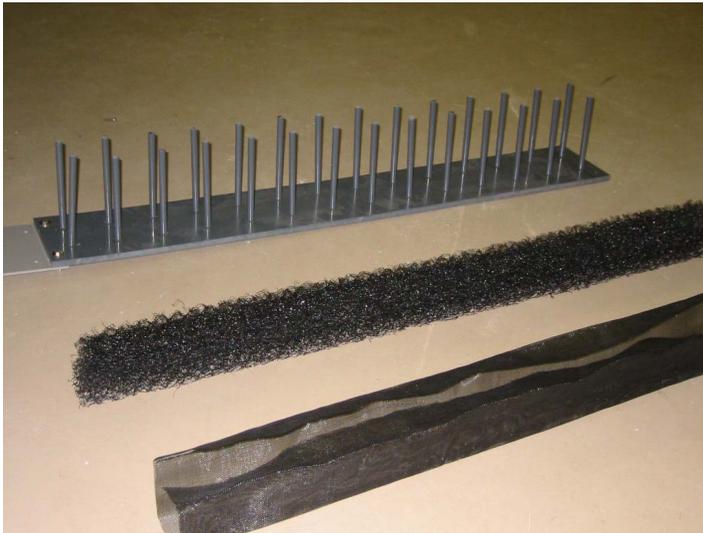


Figure 1: Construction de la maquette du barrage à claire-voie à l'échelle 1 : 1 / *The physical model of brushwood fences scaled at 1 : 10*



Figure 2: Essais dans le bassin à houle / Tests in the wave tank

En utilisant les valeurs de K_t obtenues expérimentalement, l'impact des structures poreuses pourra être défini (Lac de Bièvre). Un modèle régional du lac sera par la suite nécessaire pour évaluer des scénarios de vagues.

Un ajustement du modèle numérique pourra être obtenu sur la base des mesures in-situ effectuées sur le lac concernant l'amortissement des vagues incidentes.

Recherche financée par la Commission pour la technologie et l'innovation (CTI).

Doctorant: Selim Sayah

With a known K_t function, the impact of a porous structure can be evaluated in nature Lake Biel). For this purpose a regional model for the whole lake should be set up first to calculate the sets of boundary conditions for local models at test sections. By these regional models it would be possible to search for critical scenarios (wind direction, speed, duration).

Research financed by the Commission for Technology and Innovation (CTI).

Ph. D. student : Selim Sayah

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

Les crues des torrents et rivières ont depuis toujours constitué un risque majeur dans les régions alpines et les récents événements d'août 1987, de septembre 1993 et d'octobre 2000 en Valais ont démontré la violence de tels phénomènes ainsi que l'importance des dégâts qu'ils peuvent occasionner. S'il est généralement possible de se prémunir contre les effets dévastateurs des crues par des mesures constructives classiques permettant l'augmentation de la capacité hydraulique ou par la mise en place de zones d'épanchement permettant le laminage des crues, il peut être préférable de promouvoir de nouvelles solutions.

Le modèle de gestion des crues développé à l'EPFL en partenariat par le laboratoire d'hydrologie et aménagements (HYDRAM) et le Laboratoire de Constructions Hydrauliques (LCH), propose un moyen original pour la réduction des dommages causés par les crues en cherchant à diminuer l'intensité de ces phénomènes. Dans les régions où sont situés de nombreux aménagements hydroélectriques offrant un important potentiel de stockage d'eau dans les retenues, il peut être très efficace de gérer leur exploitation de manière à réserver des volumes de rétention pour diminuer le débit de pointe de la crue. Ce projet nécessite l'intégration de nombreuses composantes dont la météorologie, l'hydrologie, l'économie et l'optimisation de systèmes hydrauliques complexes.

Le projet MINERVE a déjà abouti au développement d'un modèle hydrologique permettant la simulation continue d'écoulements dans un bassin versant intégrant des mesures en

River floods have always represented a major natural risk in alpine regions, as recently confirmed by the disastrous flood events of August 1987, September 1993 and October 2000 in Valais. The damages caused by such events are generally very high and may cause human losses. It is possible to mitigate floods by civil works such as increasing of hydraulic capacity by river training works or development of defined flooding areas. Nevertheless such technical solutions can reveal expensive and difficult to manage.

The flood management model partially developed in the Laboratory of Hydraulic Constructions proposes an original solution for the reduction of flood damages. Using the existing hydropower schemes in catchments areas, the objective of the proposed method is to reduce the peak flow by storing the water in their reservoirs after preventing turbine operation. This can be a valuable solution for regions such as the Valais, where numerous major hydropower schemes exist. It is then necessary to consider in the project different fields such as meteorology, hydrology, hydroelectric economy, hydropower scheme management as well as multi-objective optimization.

The MINERVE project first has the purpose to develop a hydrological model able to simulate continuously flow in a complex catchment (model developed in the HYDRAM-EPFL). This already uses precipitation and temperature forecasts in gauging stations as well as real-time measurements in order to provide the most possibly realistic flood forecast. The integration of hydro-meteorological

temps réel (précipitations, températures, débits), tâche réalisée à l'HYDRAM. La méthode permettant l'intégration de prévisions hydro-météorologiques est en cours de développement au LCH, de même qu'est mise en place l'infrastructure informatique du projet.

forecasts provided by MeteoSuisse and the development of the computer infrastructure are currently worked out at LCH.



Figure 1 Schéma du bassin versant du Rhône en amont du lac Léman avec ses principales retenues artificielles / *The Rhone basin upstream of Lake Geneva and its major artificial reservoirs and dams.*

Enfin, un des défis de ce projet consiste en la modélisation et l'optimisation du fonctionnement des aménagements hydroélectriques sur le domaine d'étude qu'est le bassin versant du Rhône en Valais. La recherche en cours a pour objectif la prise en compte la plus réaliste possible des manoeuvres pouvant être effectuées sur les retenues alpines ainsi que leur gestion adéquate. Cela signifie que de nombreuses données

Finally, the modeling and optimization of the numerous existing complex hydropower schemes on the research domain (the Rhone catchment upstream Lake of Geneva in Valais) offer one of the greatest scientific challenges of this project. The most realistic modeling of the hydropower schemes operation rules during floods is the current research in our laboratory. Numerous data of the hydropower schemes and their

relatives aux installations ont dû être collectées puis vérifiées, que les nombreuses fonctions hydrauliques doivent être correctement intégrées dans le modèle hydrologique et finalement que les procédures locales de gestion des crues doivent être modélisées puis optimisées. Ces dernières étapes sont en cours et permettront la modélisation de tout le système hydrologique.

operation have been collected, checked and classified in a database. Their conceptualization and integration in the hydrological model was achieved.

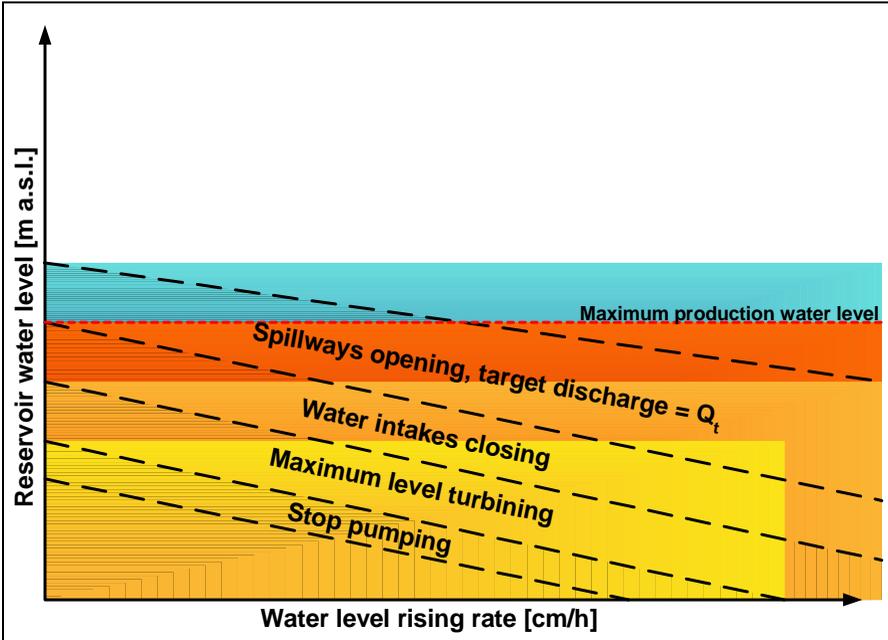


Figure 2: Procédure d'urgence typique lors de crues pour un aménagement en situation de crue hydroélectrique complexe / *Typical emergency policy for a complex hydropower scheme.*

L'optimisation sera effectuée sur la base d'un système expert hybride utilisant le raisonnement par cas et l'analyse de règles d'experts. Celui-ci sera développé à la suite d'une analyse de scénarios menant à l'établissement de solutions quasi-optimales pour chaque scénario. Lors de son

The optimal flood management procedure will be carried out based on a hybrid expert system using case-based reasoning and expert rules. This will be developed after a systematic analysis of numerous hydrometeorological scenarios leading to defined near-optimal solutions. During

exploitation, le système expert affinera la solution prédéfinie afin de l'adapter à la situation réelle.

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

Docteurant : Frédéric Jordan

its operational stage, the expert system will optimize the pre-defined solution to get a better adaptation to the real situation.

Research funded by the Canton du 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 roughness and geometry of channel bank on unsteady flow and wave propagation

Les centrales hydroélectriques à accumulation de l'arc alpin influencent une majorité des rivières situées 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. La rapidité de changement du débit dépasse de loin l'ordre de grandeur d'une variation naturelle de débit durant une crue.

Des mesures d'aménagement morphologiques adéquates telles que rives ou tracés irréguliers, épis, élargissements locaux, formes en tresse ainsi que des mesures d'aménagement hydrauliques, comme des bassins de rétention ou des contre-canaux, peuvent atténuer ou faire disparaître les effets du marnage.

Dans la revitalisation des cours d'eau, visant à restituer leur état naturel, la maîtrise du marnage constitue un élément clé, car ce phénomène influence l'ensemble des facteurs liés à la

The flow regime of many alpine rivers is characterized by hydropeaking caused by the tailwater of high head power plants, which starts their turbines quickly to cover the electricity demand points. This kind of exploitation cause important and fast flow fluctuations, accompanied by significant water level variations. The phenomenon occurs particularly in channelled rivers as the Rhone river in Switzerland. The rapidity of flow change exceeds much a natural change like during floods.

Adequate morphological measures such as banks or irregular streambed axis, groynes, local widenings, braided channels as well as hydraulic measures, like retaining basins or side-channels, can mitigate or even avoid the effects of hydropeaking.

The experience and first numerical simulations show that more natural river banks help to reduce the effect of hydropeaking. In the framework river restoration projects, control of hydropeaking is important because this phenomenon influences principally flow regime, but also

renaturalisation (Fig. 1). L'expérience et les premières simulations numériques montrent qu'un aménagement plus naturel des rives, contribue probablement à réduire l'effet de marnage.

water quality and morphology of the river (Fig. 1). The revitalisation measures induce a reduction of the propagation speeds of hydropower peaking waves.

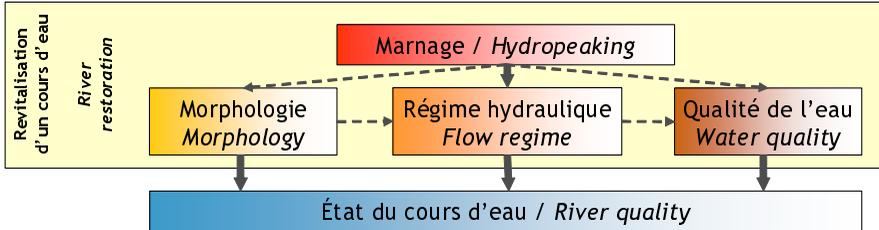


Figure 1: Le marnage influence les facteurs clés d'un projet de renaturalisation / *Hydropeaking influences the main parameters of river restoration projects*

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. Les bases scientifiques permettant d'optimiser la conjugaison de ces différents effets restent cependant à élaborer.

These measures also produce favourably interferences due to refractions and reflexions of surface waves. Finally they increase the river retention effect. However, scientific bases for a full understanding and the optimisation of these various effects are still missing.

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" impliquant l'OFEG (Office fédéral des eaux et de la géologie), l'EAWAG (Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux), le WSL (Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage), l'OFEFP (Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage) et la VAW (Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich).

The project "Influence of roughness and geometry of channel banks on unsteady flow and wave propagation" at the Laboratory of Hydraulic Constructions (LCH) is part of the interdisciplinary research 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 Glaciology of ETH-Zurich).

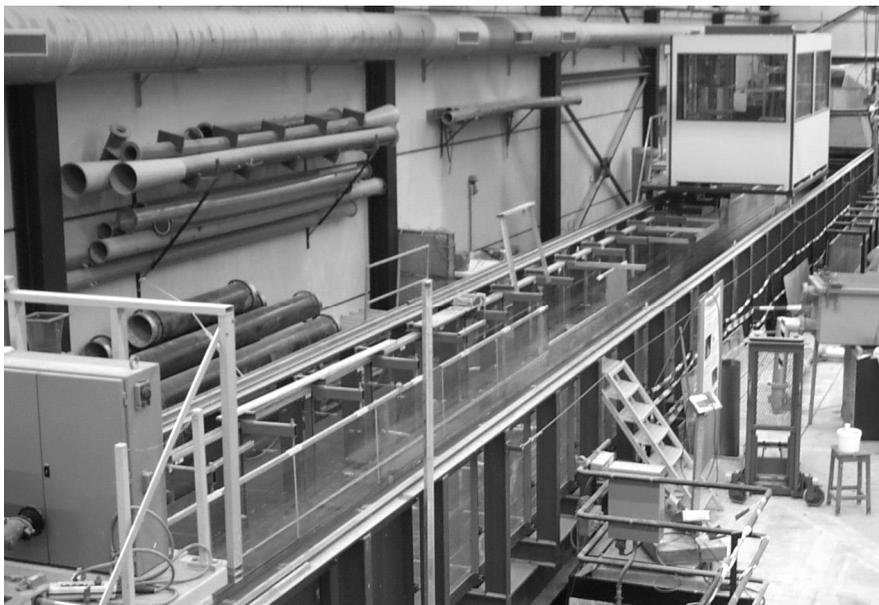


Figure 2: Canal "Vevey" d'une longueur de 42 m utilisé pour les essais systématiques /
Test flume "Vevey" for systematic model tests (length 42 m, width 2m)

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

La démarche adoptée repose sur une première étape expérimentale consacrée à des essais sur modèle relatifs à l'état des rives, au tracé et à la nature du lit de la rivière. Les essais sont menés dans le canal "Vevey" d'une longueur de 42 m dans lequel différentes configurations de rives peuvent être examinées (Fig. 2). L'installation permet de simuler à la fois l'écoulement de base (écoulement stationnaire) et le débit supplémentaire

The main goal of the research carried out at the Laboratory of Hydraulic Constructions (LCH) is to quantify the impact of a natural river morphology on nonstationary flow conditions caused by hydropeaking. At the end, it should be possible to propose adequate measures to optimise the mitigation effects.

The adopted procedure consists of a first experimental part devoted to systematic model tests. The tests will be conducted in a 42 m long flume (Fig. 2) The geometry and roughness of banks, the streambed axis and the river bed are varied as parameters. The experimental setup allows to simulate the steady base flow as well as the additional unsteady flow caused by turbine operation, which can vary

dû au turbinage qui peut être introduit très rapidement (écoulement non-stationnaire). Une deuxième étape est destinée à l'intégration des résultats expérimentaux dans des codes numériques pour laquelle une collaboration est envisagée avec l'Université de Liège. 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 comparer l'efficacité de diverses possibilités d'aménagement ainsi que l'optimisation économique et écologique des différentes mesures. Les résultats finaux du projet de recherche serviront de base à l'élaboration des programmes de revitalisation de grandes rivières et seront concrètement appliqués dans le cadre du projet de la 3^{ème} correction du Rhône en Valais.

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

Docteur : 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 dans les pays où le potentiel est déjà largement exploité ne peuvent trouver une large acceptation que s'ils sont conçus comme des ouvrages à buts multiples. A côté de leurs buts purement techniques, tels que production d'énergie, laminage des crues ou irrigation, ces aménagements fluviaux doivent également apporter une amélioration des conditions environnementales et paysagères aux réseaux naturels de drainage, notamment par la réduction du marnage, la création de

quickly. In a second part is intended to integrate the experimental results into a numerical model. A collaboration is foreseen with University of Liege. The final objective of this development is the correct simulation of unsteady surge flow in rivers characterized by a complex morphology. The gained knowledge will allow to compare the effectiveness of various mitigation measures as well as their economic and ecological optimisation. The research results will be used as bases for the development of large river revitalization programs. Furthermore a case study will be carried out within the project of the third Rhone correction.

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

Ph. D. student : Tobias Meile

In countries where hydraulic energy potential is almost fully exploited, new hydroelectric power plants can only find general approval if they are conceived as multi-purpose works. In the past dams were mainly built on purely technical purposes like energy production, flood control or irrigation. In new projects they should also improve environmental and landscape conditions of river networks by reducing artificial rapid flow changes due to hydropower peaking, by increasing minimum discharge and by the creation

biotopes ou le soutien d'un débit d'étiage. Une composante sociale, avec une nouvelle zone de loisirs, est également envisageable.

Déjà largement étudiés, chacun de ces aspects ne l'a cependant d'abord été que séparément. Une mise en commun de plusieurs objectifs au sein d'un même ouvrage a donné le nom de buts multiples à ces aménagements qui font alors, pour leur conception, l'objet d'une optimisation économique. De nombreuses méthodes existent pour de telles conceptions, notamment celle développée par les Nations Unies.

Les composantes écologique, paysagère et sociale des impacts générés par ces aménagements sont cependant très peu prises en compte. Leur considération fait intervenir de nombreux paramètres fortement interactifs de même que des unités très différentes à comparer. Elles transforment ainsi la conception d'un aménagement hydroélectrique fluvial à buts multiples en un système complexe dont l'optimum n'est a priori pas évident. Afin toutefois de développer l'ensemble des synergies possibles au sein de ces ouvrages, une nouvelle méthodologie est rendue nécessaire.

Cette recherche, menée par le Laboratoire des Constructions Hydrauliques, s'oriente donc vers le développement de méthodologies et de stratégies pour l'analyse des synergies qu'offrent les aménagements hydrauliques fluviaux à buts multiples. La démarche envisagée consiste à répertorier l'ensemble des paramètres liés à ces ouvrages, à en analyser et à quantifier leurs interactions réciproques et à les modéliser au sein d'un même système. Pour ce faire un système multi-agents est envisagé. Le Rhône, avec ses importants travaux

of biotopes. Social aspects, as new recreational zones are also important.

In past projects all of these aspects have been studied separately. Today there is a tendency to consider many purposes in so-called multi-purposes project, but mainly optimized economically. There exist a lot of such project evaluation methods, in particular those developed by the United Nations.

Nevertheless ecological, landscape and social aspects are poorly considered by the existing evaluation methods. Their consideration includes many strongly interactive parameters and very different values have to be compared. The design has to be based on the analysis of multi-purposes run-of-river power plants of a complex system which optimum is difficult to find. In order to develop all possible synergies within the same project, a new methodology is therefore required.

This research project, carried out at the Laboratory of Hydraulic Constructions focuses on the development of new methodologies and strategies which allow to analyze all possible synergies for multi-purposes run-of-river power plants. The project steps consist first of establishing a general list of all parameters influencing such a multipurpose project and analyzing their reciprocal interactions and modelling them within the complex system. A multi-agents system is considered for this last step. The Rhône river, with its important changes related to its third correction, will be used as a case study.

The originality of this research project is considering in one complex model of very different parameters, which can be hardly compared. Nevertheless they

liés à sa 3^{ième} Correction, servira de base pour les cas d'étude.

L'originalité de ce travail réside dans la mise en commun, par le biais d'une modélisation, de paramètres peu comparables qui forment cependant la réalité complexe dans laquelle s'inscrit un aménagement hydroélectrique fluvial.

A ce jour, une modélisation qualitative du système complexe par la méthode de Probst et Gomez « Die Praxis des ganzheitlichen Problemlösen » est déjà fortement engagée. Avec l'aide des partenaires scientifiques impliqués dans ce projet, les éléments clés d'un tel aménagement seront bientôt mis en évidence.

La recherche s'incère dans le projet interdisciplinaire "Rhône – Thur" et elle est financée par la Commission pour la technologie et l'innovation (CTI), les Forces Motrices Valaisannes (FMV), l'Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG) dans le cadre du projet de recherche "Rhône – Thur", les Services des Forces Hydrauliques du Valais (SFH - VS) et le Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband (SWV).

Doctorant: Philippe Heller

form the complex reality of multi-purposes run-of-river hydroelectric power plants.

So far a qualitative model of the complex system by the help of the Probst and Gomez has been already strongly established. On the bases of scientific partners implied in this research project, the key factors of such a run-of-river dam will be highlighted next.

The research project is part of the interdisciplinary project "Rhone - Thur" and it is financed by the commission for Technology and Innovation (CTI), By the Forces Motrices Valaisannes (FMV) by the Federal Office of Water and Geology (FOWG), by the Services des Forces Hydrauliques du Valais (SFH - VS) and by the Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband (SWV).

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*

Récemment, les marées noires, causées par l'Erika, le Prestige ou d'autres catastrophes de plus petites tailles ont soulevé l'inquiétude internationale pour l'environnement marin. Un des moyens les plus efficaces pour contenir et faciliter la récupération de fuel déversé en mer sans mettre en danger ni altérer l'environnement est le barrage flottant de confinement.

In recent years, major oil spills such as Erika and Prestige incidents and many smaller ones have given rise to a worldwide marine environmental concern. One of the most successful devices for containing and facilitating the recovery of spilled oil and one, which does not endanger or alter the environment, is the oil containment boom.



Figure 1 : Marée noire causée par un accident de pétrolier / Oil spill due to a tanker accident

Un nouveau système de barrage de confinement a été conçu par Cavalli (1999) pour contenir, épaissir et évacuer les déversements de fuel. Il peut aussi 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 en Kevlar® qui empêche le fuel de se déverser par-dessus les flotteurs. Des ballasts appropriés apportent de la rigidité à la partie immergée.

Dans ce nouveau système, le fuel est entouré par le réservoir qui l'empêche de s'étendre. Le réservoir est alors subdivisé par un cordage qui permet d'épaissir la couche de fuel. Ceci facilite l'opération de pompage en réduisant l'aspiration de l'eau. Ce système peut être installé de façon permanente sur les pétroliers ou les plateformes d'où il peut être déployé immédiatement en cas de fuite. Ces nappes captives peuvent ensuite être acheminées vers des endroits sûrs, par exemple près des côtes, où l'opération de pompage est moins influencée par les vents et les vagues.

La faisabilité de ce réservoir flottant contractile a été systématiquement examinée à l'aide d'un modèle physique. Les tests ont permis d'évaluer le comportement et l'efficacité du système Cavalli dans les conditions de vagues et de tractage différentes. Trois configurations; simple, double et quadruple, ont été testées dans un bassin à houle de même que dans un bassin de carène.

Les résultats de tests ont montré l'efficacité du système Cavalli. Des tests supplémentaires seront entrepris avec des épaisseurs et des densités de pétrole différentes. Des développe-

A new system of oil containment boom is designed by Cavalli (1999) to contain, compact and clean up oil spills. It can be used around or in close proximity to tankers and offshore platforms. The floating reservoir is made of floats giving good buoyancy to the structure of a high-resistance membrane made of Kevlar® avoiding oil spills below the floats. An appropriate ballast provides the stiffness of the high-resistance softwall.

In this new system, oil spill is encircled by the reservoir avoiding its spreading. The reservoir can be then subdivided using ropes in order to increase the oil layer depth. This improves the pumping operation in reducing water drawing up. This system can permanently be installed on tankers or platforms and deployed around the slick immediately. Afterwards, the oil slick contained by booms can be towed to safe locations, for example near the coast, where the procedure of recovery is less influenced by wind and wave impacts. The feasibility of this contractile floating reservoir was investigated systematically using a physical model. Preliminary tests have been conducted to evaluate the behavior and effectiveness of Cavalli system under different wave conditions and towing configurations. Three configurations; simple, double and quadruple, have been tested in a wave tank as well as in a towing tank.

The results of conducted tests proved the effectiveness of the Cavalli system. Furthermore, the efficiency limits of the system under real life scenarios are investigated. Additional more detailed tests will be undertaken using different oil layer thickness and different oil densities. In parallel, analytical developments are performed in order to

ments analytiques sont effectués en parallèle afin de décrire le comportement du système sur les aspects suivants:

- Le comportement hydrostatique de flottaison considérant les propriétés des fluides en présence.
- Les forces de traction dans les cordes de subdivision.
- La déformation du réservoir sous l'effet du remorquage.
- Les modes de déformation de la barrière flottante sous l'effet des forces hydrodynamiques et tractage.

Orienté prioritairement sur le comportement hydrostatique de flottaison, l'étude analytique a permis d'établir les équations d'équilibre horizontal et vertical de la barrière flottante en considérant les principaux paramètres concernés. Ceci sera utile au dimensionnement du réservoir compte tenu des caractéristiques et des quantités du fuel à récupérer. Finalement il est important de développer la relation entre les différents éléments de la barrière, les caractéristiques du fluide à récupérer, les caractéristiques des vagues sur l'emplacement d'accident et les conditions de vent.

Etude financée par l'Union Pétrolière Suisse

Doctorante: Azin Amini

describe the behavior of the system, focused on following aspects:

- *Hydrostatic behavior of floating barriers considering contained oil properties; analysis of forces*
- *Tensile forces in the dividing ropes*
- *Deformation of circular floating barriers under towing forces*
- *Modes of deformation of circular floating barriers under hydrodynamic and towing forces*

First focused on hydrostatic behavior of floating oil barriers, governing vertical and horizontal equilibrium equations have been developed mathematically, considering all of important involved parameters. This can be useful to decide about the optimal reservoir dimensions and properties in case of oil spill, taking into consideration the characteristics of the oil (density and viscosity) and the oil slick (volume and thickness). Furthermore it is important to develop relationship between the geometry of the different elements of the oil containment barrier and the characteristics of the spilled oil, different characteristics of the waves existing in the accident location, and the wind and weather conditions.

Study entrusted by Swiss petroleum Union

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*

La déposition de sédiments dans les réservoirs réduit leur capacité de stockage et augmente le risque d'obstruction des ouvrages de prise ainsi que le flux sédimentaire à travers les installations hydroélectriques. La purge de ces sédiments présente un fort impact pour le cours d'eau aval. Les étapes de planification et de conception d'un réservoir requièrent une prise en compte précise des phénomènes de transport, d'érosion et de décantation des sédiments.

La simulation numérique des écoulements et du transport sédimentaire dans un réservoir est nécessaire afin de déterminer le champ de vitesses détaillé qui inclut typiquement des zones d'entrée, de recirculation et de stagnation. Les concepteurs des réservoirs modernes à multi usages, également éléments des aménagements hydroélectriques à faible chute, sont confrontés à trouver le juste équilibre entre les objectifs de protection contre les crues, de durabilité environnementale ainsi qu'entre les contraintes techniques et financières. Ces différents aspects affichent souvent des intérêts divergents, voir même conflictuels. L'intégration exige un consensus qui n'est pas toujours aisé à trouver. Une des fonctions de la retenue est la revitalisation du cours d'eau et la création d'une réserve naturelle, ainsi qu'une mise en valeur du paysage. Finalement, les réservoirs à multi usages doivent permettre la production hydroélectrique à un prix concurrentiel, la renaturation de l'environnement et la création de zones de loisirs.

Sediment deposition in reservoirs reduces storage capacity and induces risks of blockage of intake structures as well as sediment entrainment in hydropower schemes. Sediment removed by flushing affects the downstream river. The planning and design of a reservoir require the accurate prediction of sediment transport, erosion, and deposition.

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. Designers of modern multipurpose reservoirs of low head hydropower plants are often faced with the challenge of finding equilibrium between flood protection safety, environmental sustainability as well as economical and technical feasibility. In general, these aspects have different and at the same time conflicting interests. Environmental integration requires a consensus not always easy to establish. One purpose of the reservoir is to allow the revitalization of the aquatic system and the creation of a natural reserve, as well as upgrading of the landscape. The multipurpose reservoir should not only allow generation of hydroelectricity at a reasonable price, but also revitalize the environment and create attractive tourist zones.

Le premier objectif de cette recherche consiste à déterminer la géométrie idéale du réservoir afin d'y minimiser la décantation des matières en suspension.

L'influence de la géométrie sera analysée par simulation physique et numérique 2D et 3D des écoulements hydrodynamiques et des flux sédimentaires. Cette approche doit conduire à trouver la géométrie et les champs d'écoulements induits qui minimisent le phénomène de décantation dans le réservoir.

L'objectif principal de cette étude est d'apporter des réponses aux questions suivantes :

Quels sont les processus de sédimentation dans les réservoirs peu profonds et quels sont les codes numériques les plus appropriés pour analyser ce phénomène?

Quelle géométrie le réservoir doit-il présenter pour éviter une sédimentation excessive et pour maintenir son volume utile à long terme?

Quelles sont les configurations optimales pour les ouvrages d'entrée et de sortie?

Quelles doivent être les règles d'exploitation du réservoir pour diminuer la décantation et faciliter les opérations de purge?

Après une revue de la littérature et des bases théoriques, la méthodologie de cette recherche repose dans un premier temps sur l'expérimentation physique. L'objet des essais consiste à tester différentes formes simples de réservoirs et d'y mesurer le champ d'écoulement (vitesse, turbulence) et le taux de sédimentation. Puis ces résultats expérimentaux seront intégrés dans un code numérique pour son

The first scope of this research is to investigate the ideal geometry for the shallow multipurpose reservoirs, which should minimize settlement of suspended sediment in it.

The influence of the reservoir geometry will be studied and optimised by physical and numerical modelling of the hydrodynamic flow and the suspended sediment transport behaviour. This will allow to minimize sedimentation of the reservoir and obtaining a favourable flow.

The study should finally give the answers to the following questions:

How functions the process of sedimentation in shallow reservoirs by suspended load and what are the most appropriate numerical programs?

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 the reservoir has to be operated in order to reduce sedimentation and to facilitate flushing?

After a review of the state-of the art and theoretical bases, the methodology of a first part of the study is devoted to scaled model tests. The tests concern different simple shapes of shallow reservoirs and the measurement of flow field (velocity, turbulence) and sedimentation rate through it. A second part intends to integrate the experimental results into a numerical code and to calibrate it by the help of the experimental results.

The results and the developed numerical model can be used for

calage et sa validation.

Les résultats et le code numérique obtenus par cette recherche pourront être utilisés dans le cadre d'importants projets de revitalisation de cours d'eau. Une étude de cas est prévue dans le cadre de la 3^{ème} correction du Rhône.

Le projet de recherche fait partie du projet interdisciplinaire "Rhône – Thur" et il est financé par l'Office Fédéral des Eaux et de la Géologie (OFEG).

Docteurant : Sameh Kantoush

analysis of complex reservoir geometries and for the development of large river revitalization programs. A case study is foreseen within the framework of the 3^d Rhône river training and revitalisation works.

The research project is part of the interdisciplinary project "Rhône – Thur", which is financed by the Federal Office of Water and Geology (FOWG).

Ph. D. student: Sameh Kantoush

1.1.10 Influence de la macro-rugosité d'un enrochement sur le charriage et l'érosion en courbe / *Influence of the macro-roughness of a bank protection by rip-rap on bed load transport and local scouring in bends*

L'aménagement des cours d'eau a longtemps été considéré d'un point de vue fonctionnel exclusivement, en regard de la protection contre les crues. Les mesures d'aménagement se doivent aujourd'hui d'intégrer également les aspects environnementaux, sociétaux et économiques. Dans ce contexte, des essais sur modèle physique ont été réalisés dans le cadre du programme de recherche "Rhône-Thur" pour déterminer l'influence géométrique d'un enrochement dans un écoulement en courbe. Deux géométries ont été testées, la première avec un talus à pente régulière comme situation de référence (Fig. 1), la seconde avec un talus ondulé (Fig. 2), dans l'optique d'améliorer les conditions hydro-morphologiques du cours d'eau.

Les paramètres étudiés sont le débit d'écoulement, le charriage des sédiments, l'érosion du lit et la stabilité de l'enrochement. Sur la base des résultats expérimentaux et des observations de comportement de

Fluvial hydraulic engineering was considered for a long time from a functional point of view exclusively, with regard to flood protection. Today hydraulic-engineering measures must also integrate the environmental, social and economic aspects. In this context and within the "Rhône-Thur" research program, experiments on a physical model were carried out to determine the influence of the geometry and macro-roughness of a riprap in a curved channel. Two geometries were tested, namely a bank with regular slope as reference case (Fig. 1), and the second with an undulated bank (Fig. 2), with the purpose to improve the hydro-morphological conditions of the river.

The studied parameters are the flow discharge, the transport of the sediments, the scouring of the bed and the stability of the riprap. On the basis of experimental results and observations of the flow behavior, conclusions and recommendations

l'écoulement, des conclusions et recommandations sont faites dans la perspective d'une application pratique du nouveau type de géométrie de rive.

are given for practical application of the new type of bank geometry.

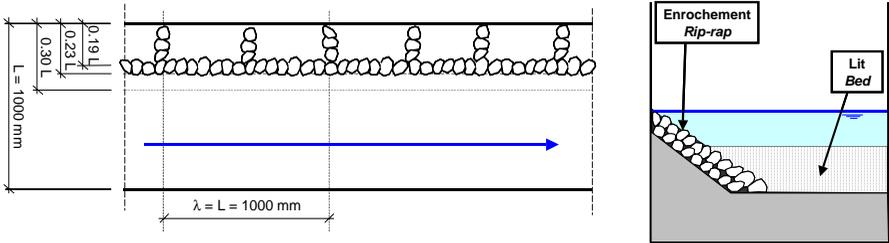


Figure 1: Enrochement à pente régulière / Rip-rap protection with constant slope

Dans la première configuration, la pente de l'enrochement était $1/m = 2/3$ (Fig. 1). Dans la seconde configuration, la pente variait entre $1/2$ et $4/5$ (Fig. 2). La longueur d'onde de l'ondulation était égale à la largeur du canal ($\lambda = L = 1000$ mm). Dans les deux cas, la hauteur du talus était $h = 0.15 \times L$.

Premier résultat des essais: le talus ondulé amène une augmentation du transport solide.

Deuxième résultat: les blocs d'enrochement sont plus fortement sollicités dans le cas d'un talus ondulé.

In the first configuration, the slope of the rip-rap protection was $1/m = 2/3$ (Fig. 1). In the second configuration, the slope varied between $1/2$ et $4/5$ (Fig. 2). The wavelength was equal to the channel width ($\lambda = L = 1000$ mm). In the two cases, the height of the embankment was $h = 0.15 \times L$.

First result of the experiments: the undulated bank leads to a higher bed load transport.

Second result: the shear stress on the blocks of the rip-rap is higher in the case of an undulated bank.

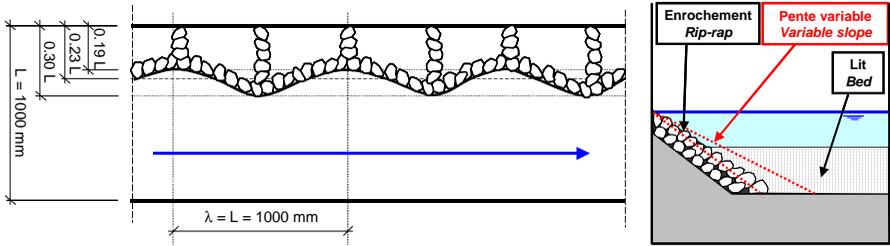


Figure 2: Enrochement à pente variable / Rip-rap protection with variable slope

Troisième résultat: l'érosion est très différente entre les deux configurations testées. Avec un talus régulier (Fig. 3), une première fosse d'érosion se forme dans la courbe, au pied de l'enrochement. Une deuxième fosse d'érosion se forme à l'aval de la courbe, au centre du canal.

Third result: the erosion is quite different for the two tested configurations. With a regular slope (Fig. 3) a first scour hole appears in the bend, at the toe of the rip rap protection. A second scour hole appears at the downstream side of the bend, at the center of the channel.

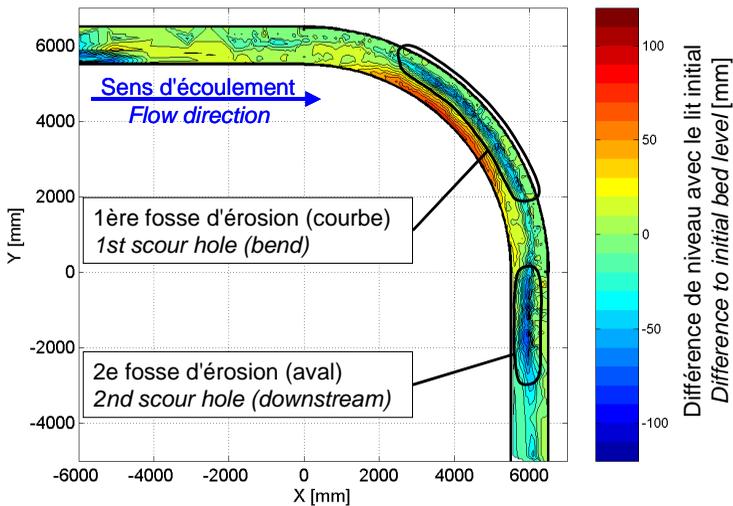


Figure 3: Zones d'érosion due à un écoulement en courbe, avec un talus régulier / Erosion zones due to flow in a bend, with a regular bank

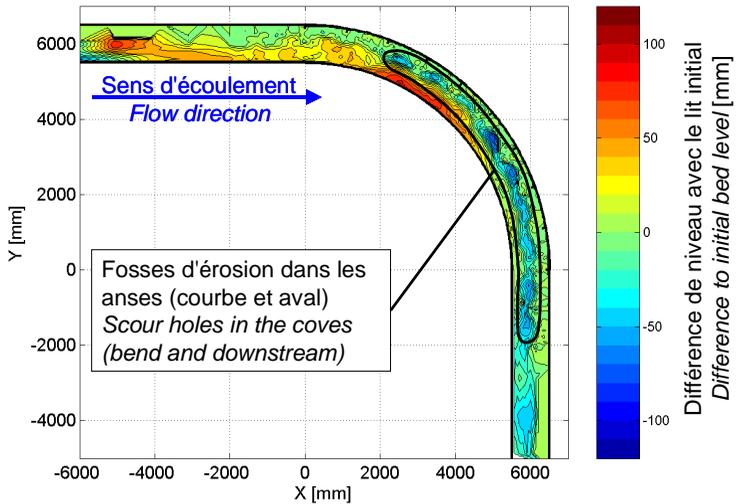


Figure 4: Zones d'érosion dues à un écoulement en courbe, avec un talus ondulé /
Erosion zones due to flow in a bend, with an undulated bank

Avec un enrochement ondulé (Fig. 4), de multiples fosses d'érosion se forment dans la courbe, à l'intérieur des anses. Avec cette géométrie, l'érosion globale est légèrement diminuée, mais l'affouillement est localement plus important (à l'intérieur des anses).

Une zone d'érosion globale est observée avec les deux géométries d'enrochement (Fig. 5), mais avec un talus ondulé, une zone d'érosion locale est ajoutée.

Une géométrie de talus modifiée est proposée (Fig. 6), avec une pente aval des ondulations réduite, dans le but de diminuer l'érosion locale et de réduire la sollicitation des blocs d'enrochement.

With an undulated bank (Fig. 4), multiple local scour holes appear in the bend, inside the coves. With this geometry, the global erosion is slightly decreased, but the local scouring (in the coves) is more important.

A global erosion zone is observed both of the rip-rap geometries (Fig. 5), but in the case of an undulated bank, a local erosion zone is added

A modified embankment geometry is proposed (Fig. 6), with a reduced downstream slope of the undulations, in order to decrease local erosion and to reduce the shear stress on the blocks of the rip-rap.

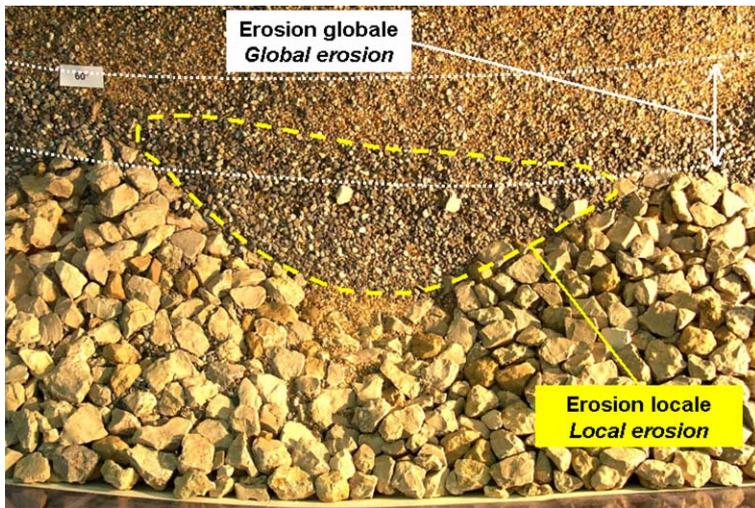


Figure 5: Zones d'érosion globale et locale / *Global and local erosion zones*

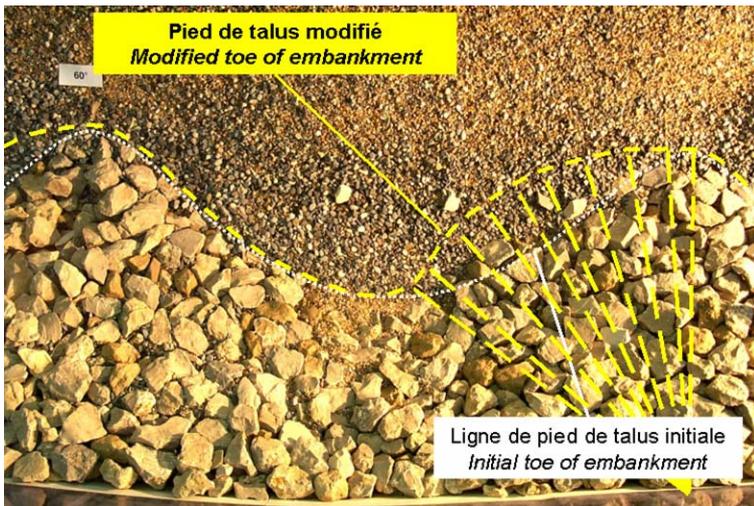


Figure 6: Nouvelle géométrie de rive proposée / *New bank geometry proposed*

Le projet de recherche fait partie du projet interdisciplinaire "Rhône – Thur" et il est financé par l'Office Fédéral des Eaux et de la Géologie (OFEG).

Diplômant postgrade: Philippe Chèvre

The research project is part of the interdisciplinary project "Rhône – Thur", which is financed by the Federal Office of Water and Geology (FOWG).

Postgraduate diploma student: Philippe Chèvre

1.1.11 Protection contre l'érosion à l'aval des galeries de dérivation à l'aide de prismes en béton / Erosion protection downstream of diversion tunnels using concrete prisms

Afin d'établir les critères de dimensionnement d'un nouveau type de protection à l'aval des galeries de dérivation débouchant dans une rivière à fond mobile, des essais systématiques ont été réalisés sur modèle physique (Fig. 1).

Le type de protection consiste en un pavage de prismes en béton, obtenus par division de cubes selon leur diagonale. L'appareillage est conçu de manière à ce que le système entier puisse se déformer et ainsi réduire l'érosion verticale dans la zone de protection tout en conservant une couverture maximale du lit par les demi-cubes.

In order to establish appropriate design criteria for a new protection measure downstream of diversion tunnels ending in mobile riverbed, systematic physical tests have been performed using a hydraulic model (Fig. 1).

This protection measure consists of concrete prisms obtained by dividing cubes diagonally. Their placement is designed in a way such that in case of undermining, the whole system is able to deform and to reduce erosion by still covering most of the bed in the protection zone.

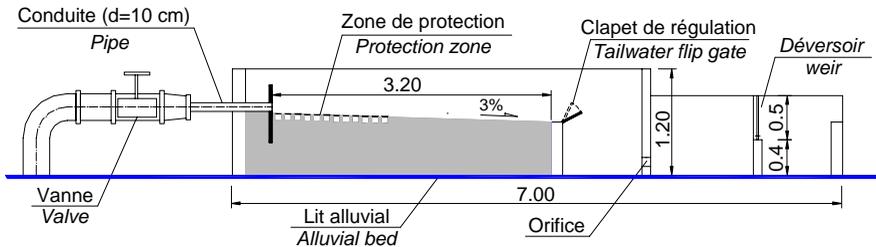


Figure 1: Schéma de l'installation expérimentale / Diagram of the hydraulic model

Deux séries d'essais ont été réalisées. La première a été consacrée à la prédiction de l'érosion du lit alluvial à la sortie des galeries de dérivation. La deuxième série a été consacrée à l'influence des prismes en béton sur la protection du lit. Sur la base des résultats, des schémas de conception ainsi que des formules générales pour la définition de l'érosion locale ont été développées tenant compte de la taille des prismes et du périmètre à protéger. Les résultats d'essais ont été analysés dans l'objectif de comparer l'érosion locale d'un lit alluvial et d'un périmètre protégé par les prismes en béton (Fig. 2).

This study consists of two series of experiments. The first series have been devoted to the prediction of localized scour at diversion tunnel outlets in mobile riverbeds. In the second series of experiments, the performance of concrete prisms placed downstream of the outlets for riverbed protection has been studied. Based on the tests results, general applicable design charts and formulas for defining the local scour hole, required size of the prisms and the total area to be protected have been developed.

The results of the experiments were analysed in order to compare the local scour development in alluvial riverbeds and the area protected by concrete prisms (Fig. 2).



Figure 2: Gauche: Erosion du lit alluvial, droite: prismes de protection / left: Scour hole in alluvial bed, right: protection prisms ($Q=12.5$ l/s)

Les paramètres affectant la rupture du pavage ont été identifiés comme la vitesse à la sortie de la conduite, la masse volumique des prismes et de l'eau, la taille des prismes, la profondeur d'eau aval et la longueur de protection. Il a été mis en évidence que le paramètre le plus important affectant l'érosion est la profondeur d'eau aval. Ce paramètre a une influence signi-

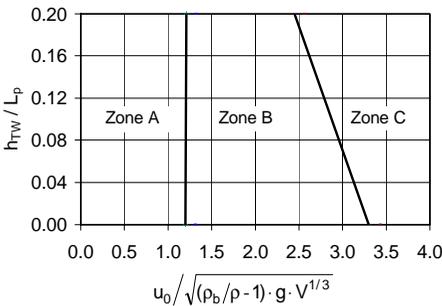
According to the results analysis, the parameters affecting prisms failure were identified as velocity at the tunnel outlet, mass density of the prisms and water, prism size, tailwater depth and protection length. It was observed that one of the most important parameters affecting scour formation is the tailwater depth. This parameter has a significant influence on movement of

ficative sur le mouvement des prismes et l'étendue de l'érosion dans le périmètre à protéger.

La dimension des prismes peut être calculée par itération en utilisant le diagramme de rupture des prismes proposé (Fig. 3). L'espace entre les prismes ne doit pas dépasser 40% de leur taille et l'espace minimum à considérer d'un point de vue constructif est de 0.5m.

the prisms and the location of the scour hole in the protected area.

The required dimension of the prisms can be calculated by trial and error using the proposed prisms failure diagram (Fig. 3). The maximum spacing between the prisms should not exceed 40% of the prism size and the minimum spacing not smaller than 0.5m for construction reasons.



Zone A : Pas de mouvement des prismes / No movement of the prisms
 Zone B : mouvement acceptable / Acceptable movement
 Zone C : Rupture / Failure

u_0 : Vitesse / Velocity
 ρ : Densité de l'eau / Water density
 ρ_b : Densité des sédiments / Sediment density
 V : Volume de prisme / Volume of Prism
 h_{TW} : Profondeur d'eau aval / Tailwater depth
 L_p : Longueur de protection / Protection length

Figure 3: Diagramme de rupture des prismes / Diagram of the prisms failure

La comparaison de l'érosion locale avec ou sans utilisation de prismes de protection a conduit aux résultats suivants:

Pour les faibles hauteurs d'eau aval, l'endroit d'érosion maximale est identique avec ou sans utilisation de prismes mais la profondeur maximale est de 2.5 à 5 fois supérieure en cas d'absence des prismes de protection.

Pour des profondeurs d'eau aval importantes, l'emplacement d'érosion maximale se situe environ 1.5 à 2.5 fois plus loin avec les prismes que dans le lit alluvial. En outre, les prismes de protection permettent de réduire la profondeur maximale d'érosion de 35 à 70% par rapport au lit alluvial.

Comparison of the scour hole with or without using protection prisms led to the following results:

For low tailwater depths, the location of the maximum scour depth from the tunnel outlet with or without using the prisms was found the same but the maximum scour depth was 2.5 to 5 times less in case of using the protection prisms.

For high tailwater depths, the location of the scour hole from the tunnel outlet was found approximately 1.5 to 2.5 times farther in comparison to the scour hole location in natural mobile bed. Furthermore, the protection prisms reduce the maximum scour depth by 35 to 70% in comparison to scour depth in

Sur la base des résultats expérimentaux actuels, les prismes de protection placés sur un lit alluvial réduisent l'érosion et protègent le périmètre aval à la sortie des galeries de dérivation. Ce type de protection se révèle comme une solution économique et facile à réaliser.

Projet de recherche réalisé avec une bourse du LCH.

Diplômant postgrade: Soleyman Emami

natural mobile bed.

Based on the present experimental results, the protection prisms placed on mobile riverbeds reduce the erosion and protect the downstream area next to the diversion tunnels. This protection method is a very economic solution with facility of construction compared to traditional measures (protection slab, cut-off walls).

Research project carried out under LCH scholarship.

Postgraduate diploma student: Soleyman Emami

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

1.2.1 Tunnel de base du Lötschberg : Vérification de la capacité hydraulique du système d'évacuation des eaux d'incendie par modélisation numérique / *Lötschberg tunnel, inflammable liquid evacuation system : Verification of the hydraulic capacity by numerical simulation*

Pour assurer la sécurité du tunnel en cas d'incendie, un système d'évacuation des eaux d'incendie est prévu sous le radier. Afin d'éviter l'introduction de liquide enflammé dans la conduite, l'eau déversée par les grilles passe par un siphon. De même pour éviter une propagation souterraine du feu, certains caissons font office de siphon pour la conduite.

L'objectif de cette étude est de vérifier par une modélisation numérique que l'accident type peut être contenu sur une longueur maximale de 163 m, soit que la totalité du débit ne s'écoule qu'à travers deux grilles.

Pour le tronçon Nord avec 0.3% de pente et pour la configuration de caissons schématisée à la Fig. 1, l'accident est aisément contenu et évacué par deux grilles. L'emprise spatiale de l'accident est de 150 m pendant 1300 seconds puis de 15 m pendant 6'000 secondes.

To assure fire security in the Lötschberg tunnel, a drainage network system is planned under the tunnel floor. In order to avoid introduction of burning liquid, water is discharged in the drainage pipe through siphons. In addition, to decrease a global fire risk, the pipe also goes through a double stretch trap every 333 m.

The purpose of the study was to verify with a numerical model that a predefined accident can be contained within a length of 163 m, which means that the total flow is discharged through two drainage inlets.

For the North tunnel part with a 0.3% slope and with the A boxes configuration (Fig. 1), the accident is easily contained and evacuated through the two planned inlet. The accident spatially influences a length of 150 m during the first 1'300 seconds and 15 m during the last 6'000 seconds.

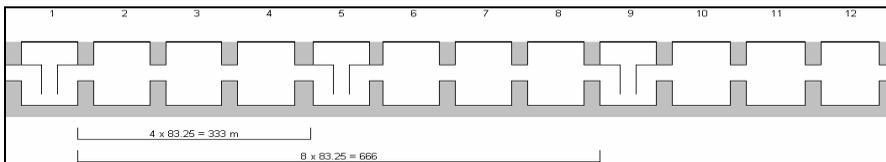


Figure 1: Configuration Nord (un caisson de type « siphons longitudinales » suivi de trois caissons de type « siphons transversales ») / *North tunnel part with A boxes configuration (one longitudinal siphon followed by three transversal siphons)*

Pour le tronçon Sud avec 0.3% de pente et pour la configuration de caissons schématisée à la Fig. 2, l'accident est aisément contenu et évacué par deux grilles. L'emprise spatiale de l'accident est de 160 m pendant 1200 s suivi de 95 m pendant 800 s puis de 23 m pendant 5'300 secondes.

For the South part with a 0.3% slope and with the B boxes configuration (Fig. 2), the accident is also easily contained and evacuated through the two planned inlets. The accident spatially influences a length of 160 m during the first 1'200 s, 95 m during the next 800 s and 23 m during the last 5'300 seconds.

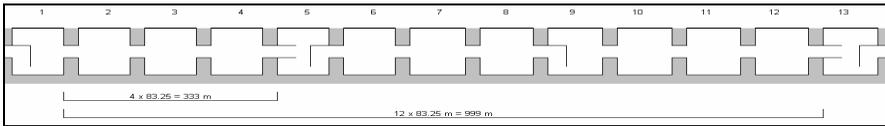


Figure 2: Configuration Sud (un caisson de type «siphons longitudinales à l'entrée» ou de type «siphons longitudinales à la sortie» suivi de trois caissons de type « siphons transversales ») / *South tunnel part with B boxes configuration (Longitudinal siphon in let or out let followed by three transversal siphons)*

Pour le tronçon Sud avec 1.03% de pente et avec la même configuration de caissons (Fig. 2) augmentée d'un seuil intermédiaire entre chaque caisson, l'accident est juste contenu et évacué par trois grilles. La hauteur des seuils doit être au minimum de 21 cm. De plus un refoulement important (environ 400 l) est à prévoir sur la quatrième grille. L'emprise spatiale de l'accident vaut 190 m pendant 2650 s puis 10 m pendant 4'700 s, sans considération du refoulement précité.

For the South part with a 1.03% slope and with the B boxes configuration increased by an intermediate sill between each inlet, the accident is just evacuated through three inlets. The sills need a minimal height of 21 cm. In addition an important back filling (about 400 l) results on the fourth inlet. The accident spatially influences a length of 190 m during the first 2'650 s and 10 m during the last 4'700 s without taking in account the back filling.

Etude confiée par BLS Alp Transit AG et IUB Ingénieurs Conseils SA à Berne.

Study entrusted by BLS Alp Transit Ltd and IUB Consulting Engineers Ltd in Bern.

Ingénieurs de projet: Frédéric Jordan et Philippe Heller

Project engineers: Frédéric Jordan and Philippe Heller

1.2.2 Construction de brise-lames à l'entrée du port de la commune de Founex (VD), Etude numérique / Construction of Breakwaters at the entry of the harbour of the commune of Founex (VD) : Numerical modeling

Le port de la commune de Founex dans le canton de Vaud est ouvert aux vagues formées par les vents soufflant du secteur sud. Par conséquent, les bateaux amarrés à l'entrée du port sont exposés à la houle générée dans la direction nord, nord-ouest. Pour remédier à cet effet, il a été proposé de construire deux brise-lames à l'entrée du port, orientés parallèlement à la direction de la Bise (nord-est). Ils sont destinés à protéger le port par situation de Vent. La présente étude concerne l'évaluation numérique de l'impact hydraulique, par régime de Vent et de Bise, de ces deux brise-lames sur les vagues incidentes et les courants littoraux générés par les vagues incidentes.

Les courants littoraux parallèles à la rive et générés par les vagues de Bise à l'entrée du port sont fortement amortis en présence des brise-lames. Les vagues incidentes sont amorties par les brise-lames qui créent un effet d'obstacle réduisant leur pénétration vers les rives ouvertes au large. Une certaine turbulence entre les brise-lames est perceptible.

En régime de Vent, le vortex créé sans brise-lames à l'aval de la petite digue au sud du port, est légèrement amorti par les brise-lames. Par contre, un effet de canalisation se met en place dans la région située entre les brise-lames et la rive, amplifiant les courants littoraux qui se propagent dans la direction du nord vers l'enceinte du port. L'importance de ces courants est comparable à celle des courants littoraux générés en régime de Bise sans brise-lames

The harbour of the commune of Founex (VD) on the lake of Geneva is widely open to the waves formed by the winds blowing from the southern sector. Consequently, the boats moored at the entry of the harbour are exposed to the swell generated in the northern and north-western direction. To thwart this disadvantage, it was proposed to build two breakwaters at the entry of the port, parallel to the direction of the north-eastern wind (Bise). They should provide a good protection of the port by from the south-western wind (Wind). The present study concerns the estimation of the hydraulic impact by using a numerical model. It is evaluated by studying the effect of the breakwaters on incoming waves and related littoral currents.

Wave generated littoral currents due to the Bise at the entry of the port are significantly damped by the breakwaters. They represent an efficient obstacle to incoming waves reducing by that means their negative effect on the coast. However, certain turbulence between the two breakwaters can be observed.

In Wind regime, the vortex created in the upstream of the small dike at the south of the harbour is slightly reduced by the breakwater. However, a flow canalization effect is formed between the two breakwaters and the coast bank, enhancing by that means littoral currents. They are equivalent to the currents generated in the Bise's regime (Fig. 1a). Concerning incoming waves, the breakwaters are able to stop efficiently the refracted wave within the

(Fig. 1a). L'impact des brise-lames sur les vagues incidentes est positif. Leur emplacement protège l'enceinte du port des vagues réfractées, mais laisse tout de même passer des vagues diffractées entre le brise-lames extérieur et la digue du port (Fig. 1b).

port. However some diffracted waves are able to penetrate the port to some extent, but stay far from the boats location (Fig. 1b).

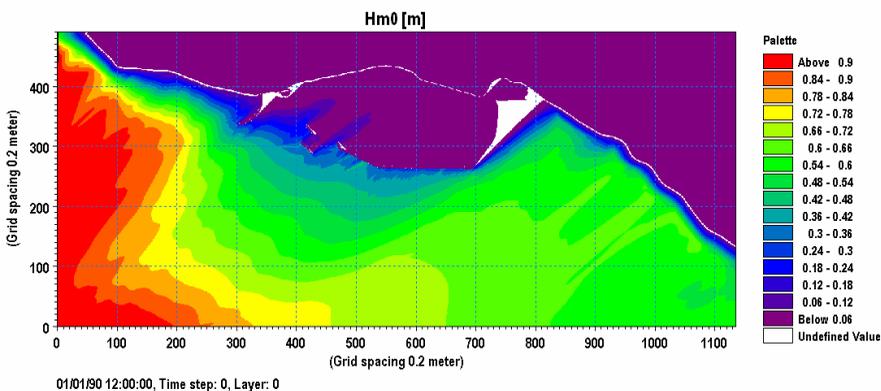
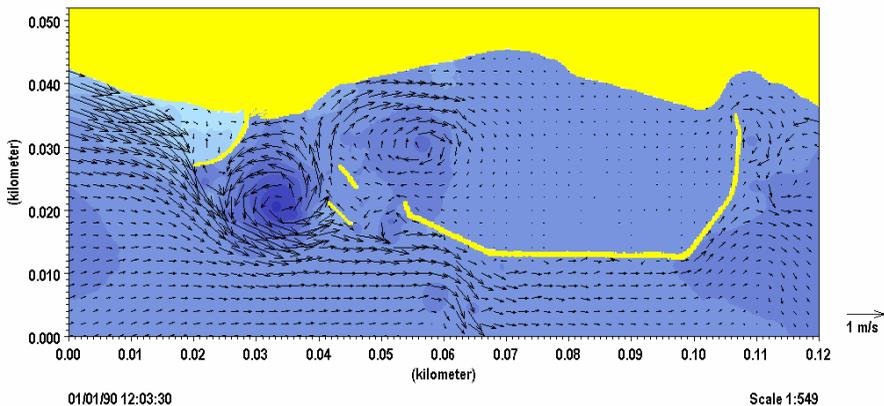


Figure 1: Impact des brise-lames en régime de Vent sur (a) les courant littoraux et (b) les vagues incidentes / *Impact of the breakwaters under Wind's regime on (a) littoral currents and (b) incoming waves*

En régime de Bise, l'emplacement et la forme géométrique des brise-lames ont un impact positif sur la protection de la rive. En régime de vent, il apparaît clairement que la forme et l'orientation prévue des brise-lames ne participent pas efficacement à l'objectif de protection souhaité. Ceci implique qu'une optimisation géométrique et d'implantation des brise-lames serait nécessaire pour améliorer leur comportement. Toutefois, Il apparaît que, pour une situation comparable à celle provoquée par la tempête Lothar, les vagues incidentes ne pénètrent que modérément dans l'enceinte du port. Les vagues incidentes sont efficacement atténuées par la configuration et la bathymétrie locales. Il est ainsi raisonnable de se demander si l'investissement prévu pour la construction de brise-lames est judicieux et s'il ne pourrait pas être avantageusement remplacé par des mesures d'équipement et de surveillance adéquates pour les bateaux proches de l'entrée du port.

Etude confiée par la Société Cooperative du Port de Founex.

Ingénieur de projet: Selim Sayah

Despite of their positive impact in Bise regime considering shore protection, it is clearly shown that in Wind regime, the breakwater are not able, due to their dimensions and orientation, to provide the wished protection. Hence a optimization of their location and geometry is still needed. However, for a big storm like Lothar, in situ observations proved that generated waves during this hundred year storm where not able to penetrate considerably inside the port due to energy loss on his shallow entry. As result, it's probably more judicious to improve boat mooring in the port and enhance surveillance and precaution during storms instead of investing in additional costly breakwater constructions.

Study attributed by the Société Cooperative du Port de Founex.

Project engineer: Selim Sayah

1.2.3 Influence du nouveau chemin d'accès aux ponts ferroviaires sur le Rhône à Rarogne / *Influence of the new access path to the railway bridges on the Rhone River in Rarogne*

Le nouveau tunnel de base du Lötschberg fait partie, avec celui du Gotthard, des NLFA (Nouvelles Lignes Ferroviaires à travers les Alpes). Son extrémité sud est prolongée par deux ponts, franchissant le Rhône à l'amont de Rarogne. Dans le but de mieux cerner l'influence de ces ponts sur le cours d'eau, une modélisation physique et numérique a été réalisée au LCH. La première étape de l'étude,

The new Lötschberg base tunnel is a part, together with the new Gotthard base tunnel, of the New Transalpine Railway. The south extremity of Lötschberg tunnel is connected to two bridges, crossing the Rhone River upstream of the town of Rarogne. To have a better knowledge of the influence of these bridges on the river flow and sediment transport behavior, physical and numerical modeling were

réalisée en 2002, a porté sur l'influence des nouveaux ponts sur l'écoulement du Rhône, ainsi que sur l'érosion de son lit et de ses berges.

Les résultats principaux de cette première partie d'étude étaient:

- une surélévation du niveau amont de la ligne d'eau qui peut atteindre 40 cm (Fig. 1) pour un débit de 740 m³/s (crue d'octobre 2000);
- un ralentissement progressif de l'écoulement qui atteint environ 15% à l'amont des ouvrages; cela peut induire une modification locale du transport sédimentaire, dans le sens d'un alluvionnement sur le tronçon amont;
- une accélération locale de l'écoulement, près des piles qui induit une sollicitation accrue des berges dont il faut tenir compte pour le dimensionnement des mesures de protection;
- un affouillement autour des piles; pour les piles proches des rives, cet affouillement est une sollicitation supplémentaire dont il faut également tenir compte pour le dimensionnement des mesures de protection des berges.

carried out at the LCH. The purpose of the first step of the study, carried out in 2002, was the influence of these new bridges on the flow of the Rhone River and on the scouring of its bed and banks.

The major results of this first part of the study were:

- *a raising of the upstream water level due to the presence of the bridge pillars which can reach almost 50 cm (Fig. 1), for a discharge of 740 m³/s (flood of October 2000) upstream embankments is necessary;*
- *a progressive slowing-down of the flow velocities, which is about 15%, upstream of the bridges; it can induce a local modification of sediment transport, leading to an aggradation on the upstream reach;*
- *a local acceleration of the flow, near the pillars, which induce an increased shear of stresses on the banks, which have to be considered in design of the streambanks protections works;*
- *a scouring around the bridges pillars; in the case of pillars built near the banks, this scouring is an additional load that also has to be considered in design of the stream banks protections works.*

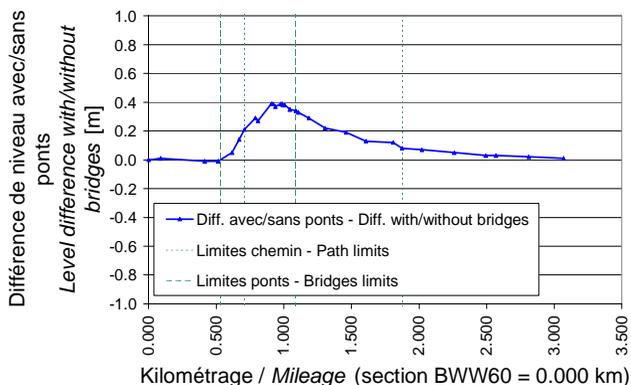


Figure 1: Influence des piles de ponts sur le niveau d'eau / Influence of the bridges pillars on the water level in the Rhone river ($Q = 740 \text{ m}^3/\text{s}$)

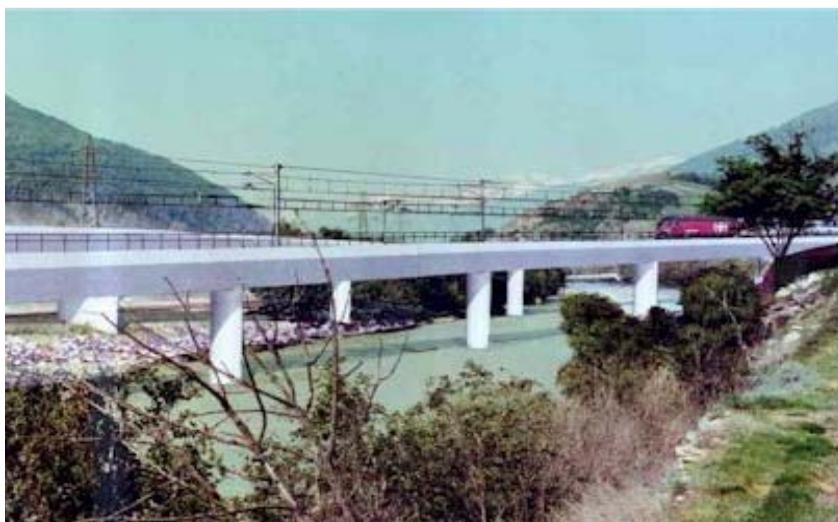


Figure 2: Photomontage du pont NLFA sur le Rhône / Photomontage of the New Transalpine Railway Bridge across the Rhone River

Un nouveau chemin d'accès aux ponts a été par la suite inclus au projet. La deuxième étape de l'étude a eu pour objectif de déterminer par modélisation

A new access road to the bridges inside the river profile was later included to the project. The aim of the second part of the study was to determine with a

numérique l'effet de ce nouveau chemin sur l'écoulement du Rhône.

Les résultats principaux de cette deuxième partie d'étude sont:

- le chemin provoque une surélévation du niveau d'eau de 6 cm au maximum ce qui est très faible en comparaison de l'effet des ponts;
- les influences du chemin et des ponts ne s'additionnent pas pour ce qui est de la surélévation maximale; leur zones d'influence ne sont pas confondues.

Le modèle numérique réalisé pour cette étude pourra par la suite être intégré au modèle complet du Rhône à l'amont du Léman (Fig. 2).

Etude confiée par BLS AlpTransit AG
Ingénieur de projet: Philippe Chèvre

numerical model the effect of this new path on the flow in the river Rhone.

The major results of this second part of the study were:

- *the raising of the upstream water level due to the path can reach 6 cm); it is very small, compared to the effect of the bridge pillars;*
- *the influences of the access road and the bridges can't be superposed to determine the maximum water level raising since their zones of influence are not the same.*

The numerical model carried out for this study could be integrated thereafter into the complete model of the Rhone River, upstream of the Lake Geneva (Fig. 2).

*Study entrusted by BLS AlpTransit Ltd
Project engineer: Philippe Chèvre*

1.2.4 Hochwasserschutzprojekt der Gamsa (Brig-Glis, Kanton Wallis) – Hydraulische Modellversuche / Projet de protection contre les crues de la Gamsa – Essais sur modèle / Flood protection concept of the Gamsa river – Physical model analysis

La protection contre les crues est devenue un objectif prioritaire dans les vallées alpines. Tant la densification du domaine bâti que la fréquence d'occurrence des fortes crues ont augmenté de manière significative ces dernières décennies.

Suite aux événements météorologiques exceptionnels de 1993 et 2000, un déficit de protection contre les crues de la Gamsa, un affluent en rive gauche du Rhône entre Brigue et Viège, a été mis en évidence sur le périmètre de la Société Suisse des Explosifs et du village de Gamsen (Commune de Brig-

Nowadays, flood protection became a major concern in the alpine valleys. The density of built areas as well as the frequency of occurrence of high floods significantly increased during the last decades.

The flood events of 1993 and 2000 revealed a lack of protection against floods of Gamsa river, a left bank tributary of the Rhone river between Brig and Visp, for "Société Suisse des Explosifs" and the village of Gamsen (Municipality Brig-Glis, Wallis).

The Laboratory of Hydraulic Constructions has been asked to verify the

Glis dans le canton de Valais).

Le Laboratoire de constructions hydrauliques de l'EPFL (LCH) a été mandaté pour examiner avec des essais sur modèle physique le concept de protection contre les crues de la Gamsa. Il s'agissait de :

- vérifier l'efficacité des mesures de protection, qui consistent principalement en des épis enterrés, réalisés à l'aide de demi-cubes en béton d'une taille de 2.8 m (Fig. 1)
- optimiser l'emplacement et l'emprise des ouvrages
- élaborer les consignes d'exploitation des dépotoirs
- vérifier la capacité du passage sous-voies de la Gamsa avant l'em-bouchure dans le Rhône
- déterminer le risque résiduel en cas d'événement extrême.

L'examen a été fait à l'aide d'essais sur modèle physique à l'échelle 1:35. Dans ce modèle d'une longueur de 70 m, les derniers 2.3 km de la Gamsa, comprenant un dépotoir amont, le périmètre des mesures de protection, un dépotoir aval, le passage sous les ponts de l'autoroute N9, de la route cantonale et des voies CFF ainsi que l'embouchure dans le Rhône, ont été reproduits. La grande taille du modèle nécessitait sa construction in situ (Fig. 2).

concept of flood protection for Gamsa river by the help of physical model tests. It consisted of:

- *check of the efficiency of the protection measures, consisting of buried groins made of half concrete cubes (Fig. 1)*
- *optimize the location and extent of measures*
- *define of the operating rules of the sediment retention basins*
- *verify the capacity of the passage of Gamsa under the railway before reaching in the Rhone river*
- *examine residual risk in case of extreme floods.*

The verification was made with tests on a physical model at scale 1:35. In this 70 m long model, the last 2.3 km of the Gamsa river could be reproduced including a sediment retention area upstream, the reach with the protection measures, a sediment retention area downstream, the bridges of the highway N9, the bridge of the cantonal road and the passage under the railway tracks as well as the inflow in the Rhone. The large size of the model required the construction on site (Fig. 2).



Figure 1: Epi lors de sa construction avec des demis cubes en béton d'une taille de 2.8 m et d'un poids de 27 t après remplissage ; vue vers l'aval dans le périmètre de la Société Suisse des Explosifs / Groin during its construction with half concrete cubes (size: 2.8 m; weight: 27 t after filling); view downstream in the vicinity of the "Société Suisse des Explosifs"



Figure 2: Le modèle physique et les mesures de protection à l'échelle 1:35, lors d'un essai avec un débit de $130 \text{ m}^3/\text{s}$ (2 fois le débit de la crue 2000) / The physical model (1:35) and the protection measures during a test with a flow of about $130 \text{ m}^3/\text{s}$ (2 times the flow of the year 2000 flood)

Huit essais ont été effectués entre décembre 2003 et juin 2004, allant de la reproduction de la crue 2000 ($65 \text{ m}^3/\text{s}$), afin de valider le modèle, jusqu'à une crue extrême de $230 \text{ m}^3/\text{s}$, afin d'évaluer le risque résiduel. Plusieurs scénarios de transport solide ont également été testés. Les essais ont permis de répondre aux objectifs, c'est-à-dire d'optimiser l'emplacement et de modifier les ouvrages de protection pour garantir le passage des crues. Les épis, enterrés dans le cas d'un écoulement ordinaire, sont mis à nu en cas de crue (env. $40 \text{ m}^3/\text{s}$) et redirigent l'eau vers le cours d'eau. La souplesse des épis face à des éventuels affouillements et la diminution des forces de l'eau grâce à la rugosité créée par les demis cubes en béton donnent au cours d'eau la dynamique nécessaire pour maîtriser des événements extrêmes.

Suite aux essais, les travaux sur place ont débuté en été 2003 (Fig. 1). Le travail expérimental a été réalisé en collaboration avec le Bureau d'ingénieurs BSAP Ingénieurs-Conseils à Brigue et Dr Martin Jäggi.

Etude confiée par la commune de Brigue-Glis.

Ingénieur de projet: Tobias Meile

Eight tests were performed between December 2003 and June 2004, starting with the reproduction of the flood of the year 2000 ($65 \text{ m}^3/\text{s}$), in order to validate the model, ending with an extreme flood ($230 \text{ m}^3/\text{s}$), in order to evaluate the residual risk. Furthermore, several scenarios of solid transport have been tested. The results of the model tests made it possible to fulfil the goals, i.e. to optimize the location and to minimize the importance of protection works and therefore to guarantee the passage of the considered floods. The buried grognes are exposed to the flow in case of discharge higher than $40 \text{ m}^3/\text{s}$. They redirect the water towards the main river bed axis. The flexibility of the grognes against probable undermining and the reduction of the on the bank acting shear forces due to the roughness of the grognes results in a flood protection measure which lets the river dynamic enough to manage extreme events.

Construction works began in summer 2003 (Fig. 1). This study was conducted in collaboration with BSAP, Consulting Engineers in Brig and Dr. Martin Jäggi.

Study entrusted by the municipality of Brig-Glis.

Project engineer: Tobias Meile

1.2.5 Calcul hydrodynamique 3D d'un nouveau bassin de rétention de polluants à l'usine chimique de Lonza à Viège / 3D numerical flow simulation of a hazard pollutant retention basin in the Lonza Visp chemical plant

La production chimique à l'échelle industrielle avec ses processus complexes et l'utilisation de substances dangereuses présente un certain risque pour l'homme et l'environnement. Dans l'usine chimique Lonza à Viège (Fig. 1), 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.

Industrial large-scale chemical production with its complex processes and hazardous substances represents a certain risk for man and the environment.

At the Lonza Visp chemical plant, located in the central Valais Valley (Fig. 1), 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.

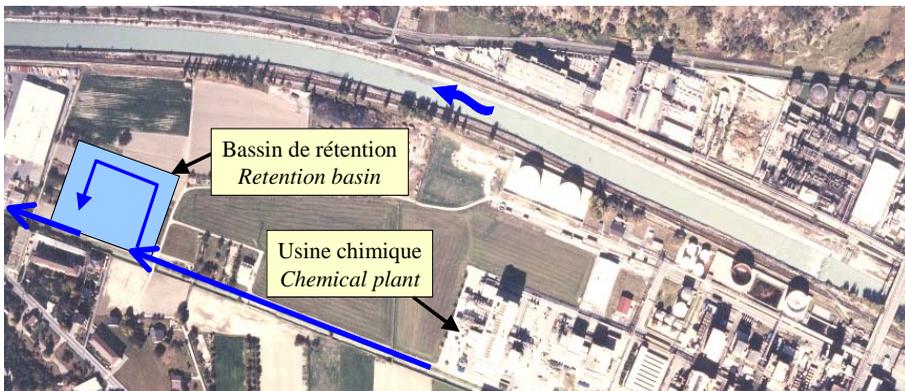


Figure 1: Vue de l'aménagement de l'usine chimique / General layout of chemical plant

L'étude s'est concentrée sur la conception de ce nouveau bassin afin de garantir la durée de rétention des contaminants nécessaire pour pouvoir entreprendre les contre-mesures techniques dans l'installation de production défectueuse et engager les actions de lutte par l'équipe d'intervention contre l'incendie et la pollution chimique.

Le bassin est conçu pour retenir une charge de pointe de polluant pendant une certaine durée dans le pire des scénarios.

Le bassin rectangulaire, avec des bords inclinés a un volume minimum exigé de 10'000 m³. Il a une profondeur de 4.5 m et une surface globale d'environ 70 m de longueur par 40 m de largeur. Le débit d'eau utilisé pour les processus en exploitation normale de l'usine est de 11'000 m³/h (3.06 m³/s). L'eau est principalement utilisée pour le refroidissement des réactions chimiques à l'intérieur de l'usine. Malgré des circuits de refroidissement séparés, le risque de pollution ne peut pas être totalement écarté. En cas d'accident, les eaux polluées de l'usine seront dérivées dans le bassin de rétention de polluants, coupant totalement la sortie de l'usine, pour empêcher la contamination de l'environnement (le Rhône à l'aval).

Afin d'obtenir la durée de rétention de polluants prescrite, les dimensions générales du bassin adapté au volume requis, ses conditions et dispositifs d'alimentation et de restitution et d'éventuels dispositifs internes tel qu'un rideau en géotextile ont été étudiés. L'analyse des six variantes proposées a été faite en utilisant la simulation numérique 3D avec le code commercial FLOW-3D[®]. Afin de pouvoir comparer les différentes solutions proposées, le

The study focused on the design of this new basin in order to guarantee the necessary retention time of a contaminant inflow, to allow taking counter measures on the defective production installation itself and actions of the firefighting and chemical response team.

The basin is designed to retain a pollutant peak load during a certain time lap in the worst-case scenario.

The rectangular basin with inclined banks has a required minimum volume of 10'000 m³, a depth of 4.5 m and an overall surface of around 70 m length and 40 m width. The maximum clean process water flow during normal operation of the plant is 11'000 m³/h (3.06 m³/s). The water is mainly used for cooling purposes during chemical reactions inside the plant. Even though most of the cooling installations use separate circuits, the pollution risk with contaminants cannot be completely eliminated. In the case of an incidence, the polluted waters of the plant will be diverted into the pollutant retention basin, cutting the outflow completely, preventing the environment (downstream Rhone River) from being spoiled.

In order to obtain the desired pollutant retention time, the general size of the basin respecting the required volume, its inflow and outflow conditions and geometries and eventual internal device such as a curtain filter have been studied. The analysis of the resulting six proposed geometrical solutions was undertaken using 3D numerical simulation with the commercial computational fluid dynamics solver FLOW-3D[®]. In order to compare the different proposed solutions, the contamination profile (symmetrical Gaussian curve with its

profil de contamination (courbe gaussienne symétrique avec son maximum après 5 minutes) a été admis identique pour chaque simulation. Pour des raisons techniques, le bassin est initialement plein. La contamination est considérée comme une grandeur scalaire passive dans le modèle numérique, mais avec une attention particulière sur les diverses caractéristiques possibles du fluide polluant, selon qu'il est plus léger (huiles) ou plus lourd (boues) que l'eau.

maximum after 5 minutes) was set identical for each simulation. For technical reasons the basin is initially full. The contamination is considered as passive scalar in the numerical model, but special attention has been put during design on the various natures of possible pollutants, whether they are lighter (oily) or heavier (muddy contaminants) than water.

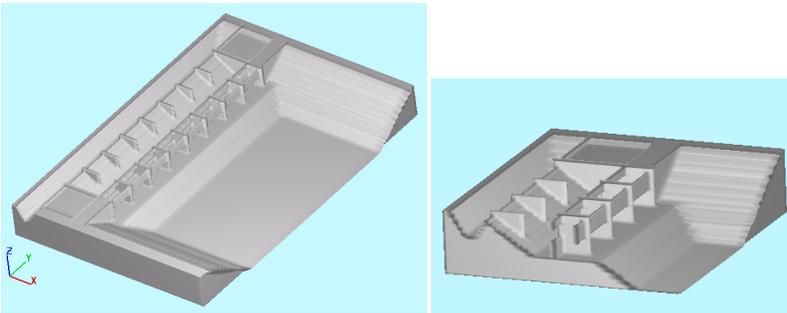


Figure 2: Vue de l'entrée du bassin avec le canal d'amenée et l'ouvrage de distribution à passes multiples / *View of the entry of the basin with inlet channel and multiple inlet structure with concrete slabs*

La solution retenue avec une entrée à passes multiples (Fig. 2), optimisée en ce qui concerne la dissipation d'énergie cinétique, alimente le canal de dérivation par un déversoir latéral à 8 passes avec deux barrières, permettant une distribution presque parfaite du polluant à l'entrée du bassin.

The selected solution with a multiple inlet structure (Fig. 2), optimized in view of the dissipation of kinetic energy, fed from the inlet canal over a lateral overfall weir, has 8 passes with two barrier walls. They allow an almost perfect pollutant distribution at the entry of the basin.

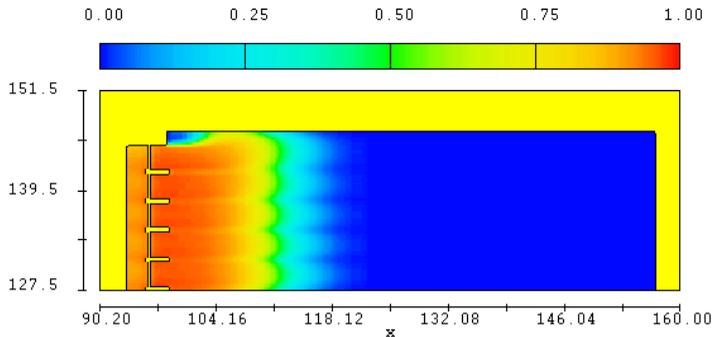


Figure 3: Distribution de la contamination dans le bassin après 15 minutes pour une pollution de 30 minutes avec un débit d'eau constant (échelle en fonction de la concentration de polluant entrant maximal =1) / *Contaminant distribution inside the basin using a 30 minute inflow pollution with constant discharge after 15 minutes (scale in function of maximum inflow pollutant concentration =1)*

L'eau polluée traverse le bassin (Fig. 3) et grâce à l'effet piston évacue l'eau propre qui sort du bassin par un déversoir à son extrémité aval, pour regagner le canal principal de sortie de l'usine chimique.

Etude confiée par Lonza Walliser Werke AG, Viège.

Ingénieurs de projet: Soleyman Emami, Dr Giovanni De Cesare

The contaminants flow through the basin (Fig. 3) thanks to the near plug effect of the pollutant peak slowly replace the clean water that is removed over a sharp crested overfall at the end of the basin, regaining the main outflow channel of the chemical plant.

Study entrusted by Lonza Valais Works Ltd, Visp.

Project engineers: Soleyman Emami, Dr. Giovanni De Cesare

1.2.6 Modélisation physique du nouvel évacuateur de crues du barrage de Maccheronis en Sardaigne, Italie; / *Maccheronis dam, Sardinia, Italy; physical model tests of the new spillway*

Le barrage de Maccheronis, réalisé pendant la période 1956-60 pour l'irrigation en Sardaigne, surplombe la vallée de la Posada au nord de l'île avec une hauteur maximale de 46 m. Le projet d'agrandissement vise à augmenter d'environ 10 Mio. m³ le volume utile du réservoir en portant le niveau normal (d'exploitation) de 43 à 46 m s.m. et en maintenant inchangée la cote maximum en cas de crues.

Pour atteindre cet objectif, le projet prévoit essentiellement la réalisation en rive gauche d'un nouvel évacuateur de crues équipé de vannes, en remplacement des seuils actuels à crête fixe implantés sur le couronnement. Le bon fonctionnement, la capacité pour différentes combinaisons d'ouverture du nouvel ouvrage ainsi que l'érosion et la dissipation de l'énergie en pied ont été étudiés et optimisés sur modèle réduit à l'échelle 1/50 (Figure 1).

Le nouvel évacuateur de crues est caractérisé par un seuil muni de vannes segments sur trois pertuis, suivi d'un coursier à pente constante de 6% à section trapézoïdale avec des murs latéraux de 8 m de hauteur, terminé par des sauts de ski pour dissiper l'énergie avant la restitution à la vallée. Cet ouvrage a été dimensionné pour un débit de 3'250 m³/s correspondant à la cote maximale de remplissage de la retenue lors de crues. La capacité hydraulique de l'ouvrage a été vérifiée sur le modèle physique.

The Maccheronis dam, constructed during the period 1956-60 for irrigation in Sardinia, is situated in the valley of the Posada River in the North of the island and has a maximum height of 46 m. The dam rehabilitation project has the purpose to increase the storage volume by approximately 10 Mio. m³ by raising the normal water level (maximum exploitation level) from 43 to 46 m a.s.l. and by maintaining unchanged the maximum flood level.

To achieve this goal, the project foresees primarily the realization of a new gated spillway at the left bank replacing the current free overfall spillway over the dam crest which will be completely blocked. The accurate functioning, the capacity in various configurations of the new spillway as well as the erosion and energy dissipation at the toe of the chute were studied and optimized on a physical model on the scale 1/50 (Figure 1).

The new spillway is characterized by the three following elements: a gated crest spillway with three openings, a spillway chute with constant slope of 6% and trapezoidal section with two 8 m high side walls which ends in a ski-jump directing the water back to the valley. The spillway was dimensioned for a flow of 3'250 m³/s corresponding to the outflow at maximum water level in the reservoir. Its hydraulic capacity was tested on the physical model.



Figure 1: Vue générale du modèle physique / *View of the physical scale model*



Figure 2: Visualisation des courants d'approche avec des bougies flottantes à l'amont du déversoir pour les trois pertuis complètement ouverts et au niveau maximum d'exploitation / *Visualisation of the approach flow currents using floating candles upstream of the three fully open gates weirs with maximum reservoir exploitation level*

Les valeurs théoriques de débit ont été confrontées aux valeurs expérimentales et l'influence de la topographie locale et des courants d'approche à l'amont du déversoir ont été mis en évidence au moyen de traceurs (Figure 2).

Le comportement hydraulique pour différents scénarios d'ouverture des trois pertuis a été validé et les relations hauteurs-débits déterminées. Les ondes stationnaires sur le coursier pour différentes conditions d'ouverture des vannes ont été mises en évidence et leur étendue mesurée.

Etude confiée par Lombardi Ingénieurs-Conseils SA, Minusio-Locarno pour le "Consorzio di Bonifica della Sardegna Centrale, Regione Autonoma della Sardegna".

Ingénieurs de projet: Pierre-Yves Pitteloud, Dr Giovanni De Cesare

The theoretical discharge values were compared with the experimental values and the influence of local topography on the approach flow upstream of the spillway were highlighted by means of tracer (Figure 2).

The hydraulic behaviour for various operating scenarios of the three openings was verified and the water level - discharge relation determined. The shock waves on the spillway chute were observed and measured for various opening conditions of the gates.

Study entrusted by Lombardi Engineering Ltd, Minusio-Locarno on behalf of the "Consorzio di Bonifica della Sardegna Centrale, Regione Autonoma della Sardegna"

Project engineers: Pierre-Yves Pitteloud, Dr. Giovanni De Cesare

1.2.7 Petite Hydro-électricité / Small Hydropower

Le "Thematic Network on Small Hydropower" (TNSHP) est un projet financé par la Commission Européenne dans le cadre de FP5 (Fifth Framework Programme for Research, Technological Development and Demonstration) qui fait partie à son tour du programme «Energy, Environment and Sustainable Development» (ENERGIE).

Le TNSHP a pour objectif d'identifier de futurs besoins de recherche et de marché dans le secteur du SHP à l'intérieur de la Communauté Européenne et des pays candidats à l'admission, dans le but de promouvoir une meilleure exploitation des ressources concernant coûts, aspects publiques, intégration dans des systèmes

The Thematic Network on Small Hydropower (TNSHP) is a European Commission funded project in the framework of the EU's FP5 (Fifth Framework Programme for Research, Technological Development and Demonstration) within the specific programme: Energy, Environment and Sustainable Development (ENERGIE).

The TNSHP aims to identify future research and market needs of the SHP sector within the EU and the Candidate Countries in order to overcome barriers and promote a better exploitation of the resource as regard costs, public acceptance, integration into energy systems, technological issues and environmental impacts.

d'énergie, aspects technologiques et impact environnemental.

En 2003, une mise à jour a été faite du "Layman's Guide", un guide pour l'installation de la petite hydro-électricité qui a été écrit de manière accessible et compréhensible pour tout le monde.

ESHA, le "European Small Hydropower Association", est le coordinateur européen de ce projet incluant notamment les partenaires suivants : ADEME (France), Studio Frosio (Italy), OVFK (Austria), SERO (Sweden), EPFL-LCH (Switzerland), MHylab (Switzerland), SCPTH (France), ISET (Germany), IT Power (United Kingdom) et finalement le Lithuanian Hydropower Association (Lithuania). Le TNSGP est projeté sur 36 mois à partir de mars 2003.

ESHA a créé un site web du réseau avec libre accès à tout le monde installé dans le secteur de la petite hydro-électricité. Ceci offre non seulement de l'information gratuite et prête à être téléchargée mais également l'opportunité de contribuer activement à travers des panels de discussion virtuels et des meetings. De plus, le site web offre également une base de données de toutes les personnes participant au réseau.

Pour vous enregistrer au "Thematic Network Website" veuillez envoyer vos coordonnées (nom, adresse, téléphone, fax et email) à Maria.Laguna@esha.be

Représentants du LCH au projet:
Dr Erik Bollaert, Pedro Manso,
Prof. Dr Anton Schleiss

In 2003, an update has been made of the "Layman's Guide", a guidebook on how installing and performing small hydropower, readable and accessible to everyone.

ESHA, the European Small Hydropower Association, is the European coordinator of this project which includes ten additional partners: ADEME (France), Studio Frosio (Italy), OVFK (Austria), SERO (Sweden), EPFL-LCH (Switzerland), MHylab (Switzerland), SCPTH (France), ISET (Germany), IT Power (United Kingdom) and the Lithuanian Hydropower Association (Lithuania). The TNSGP runs for 36 months starting from March 2003.

ESHA has created a network website freely accessible to everyone interested in the small hydropower sector. This site not only offers free information ready to be downloaded but also the opportunity to actively contribute through virtual discussion groups and meetings. Besides, it offers a contact's database with all people participating in the network.

If you would like to register to the Thematic Network Website please send your contact details (name, address, telephone, fax and email) to Maria.Laguna@esha.be

*Projet representatives from LCH:
Dr. Erik Bollaert, Pedro Manso,
Prof. Dr. Anton Schleiss*

2. ENSEIGNEMENT / TEACHING

2.1 Cycle postgrade en aménagements hydrauliques / *Postgraduate studies in hydraulic schemes* (2001 - 2003 et 2003 - 2005)

Le LCH, en collaboration avec l'ETHZ et en partenariat avec les universités de Munich, Innsbruck et Liège ainsi que l'Institut national polytechnique de Grenoble, organise actuellement la troisième session (2003–2005) du cycle postgrade en aménagements hydrauliques avec une vingtaine de nouveaux étudiants. La cérémonie d'ouverture a eu lieu le 1.10.2003.

Au même temps en automne 2003 les participants au deuxième cours étaient en train de terminer leur travail de diplôme et de se préparer à leur défense de thèse (25 étudiants).

Institutions partenaires

Les institutions partenaires sont:

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

The LCH, in collaboration with the ETH-Zurich and in partnership with the universities of Munich, Innsbruck and Liège as well as the "Institut national polytechnique" in Grenoble, is currently organising the third session (2003 – 2005) of the Postgraduate studies in hydraulic schemes with about twenty participants. The opening ceremony took place on 1st October 2003.

At the same time in autumn 2003 the students of the second session were about to finish their diploma thesis and to prepare the defence of their Master project (25 students).

Associated institutions

The associated institutions are:

- *the ETH Zurich, Laboratory for Hydraulics, Hydrology and Glaciology (VAW)*
- *the Technische Universität München, Germany, Institute of Hydraulic and Water Resources Engineering*
- *the University of Innsbruck, Austria, Institut für Wasserbau (IWI)*
- *the Institut national polytechnique of Grenoble, France, Fluid Mechanics, Civil and Mechanical Engineering School (ENSHMG)*
- *the University of Liège, Belgium, Laboratory for Fluid Mechanics, Applied Hydrodynamics and Hydraulic Constructions.*

Objectifs

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

Domaines

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

- Gestion et ingénierie des ressources en eau
- Conception intégrée et impact des aménagements hydrauliques
- Dimensionnement et réalisation des aménagements hydrauliques et barrages
- Aménagements hydroélectriques
- Aménagements de cours d'eau et protection contre les crues
- Systèmes urbains, 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'enseigne-

Objectives

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

Topics

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

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

Organisation and course structure

The program of approximately 600

ment 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.

hours of courses, exercises and practical works 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.



Figure 1: Excursion au barrage de Mauvoisin le 15 octobre 2003 avec les participants à la 3^{ème} session 2003 - 2005 / Field trip to Mauvoisin dam, 15th October 2003 with participants of the third session 2003 - 2005

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 pu être attribués par la Direction du Cycle à des candidats étrangers.

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 could be organised by the Course Management.

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

2.2.1 Cours de 2ème 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 ^{ème} semestre
Aménagements hydrauliques II <i>Hydraulic structures and schemes II</i>	42 heures, 6 ^{ème} semestre
Barrages et ouvrages annexes <i>Dams and appurtenant structures</i>	42 heures, 7 ^{ème} semestre
Organisation, économie et droit de la construction I / <i>Organisation, economics, construction law I</i>	28 heures, 7 ^{ème} semestre avec le Prof. Dr P. Tercier et L. Mouvet, chargé de cours
Organisation, économie et droit de la construction II / <i>Organisation, economics construction law II</i>	28 heures, 8 ^{ème} semestre avec le Prof. Dr P. Tercier et L. Mouvet, chargé de cours
Hydraulique fluviale et aménagements des cours d'eau / <i>Fluvial hydraulics and river training works</i>	42 heures, 5 ^{ème} 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 ^{ème} semestre
Réseaux hydrauliques et énergétiques / <i>Hydraulic and energy networks</i>	42 heures, 7 ^{ème} semestre avec C. Rodriguez, chargé de cours

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

Interaction dynamique sol-structure / <i>Dynamic soil-structure interaction</i>	42 heures, 8 ^{ème} semestre
---	--------------------------------------

2.2.2 Cours de 2^{ème} 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 ^{ème} semestre
Gestion des eaux de surface II / <i>Surface water management II</i>	4 heures, 8 ^{ème} semestre Cours du Prof. A. Musy

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

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

Session 2003 – 2005

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

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

Session 2001 – 2003

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

Module 6: Systèmes urbains, alimentation et évacuation des eaux
Water supply, drainage and sewer in urban areas
10 heures

Module 8: Aménagement et revitalisation de cours d'eau. Etude de cas et réalisation
River training and revitalization of river courses. Case study and project realization
14 heures

Session 2003 – 2005

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

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

Session 2001 – 2003

Module 8: Aménagement et revitalisation de cours d'eau. Etude de cas et réalisation
River training and revitalization of river courses. Case study and project realization
14 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

2.3 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^{ème} semestre
Applied Hydraulics I

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

2.4 Projets et laboratoires du 2^{ème} cycle en génie civil – semestres d'hiver 2002/2003 et d'été 2003 / *Graduate student projects and laboratory work in Civil Engineering – winter semester 2002/2003 and summer semester 2003*

Projet de construction / *Construction project*

Une fontaine pour le 150^{ème} anniversaire de l'EPFL

Etudiants : P. Minet – 5^{ème} semestre, S. Frechet – 7^{ème} semestre

Barrage de Seymareh en Iran

Etudiants : A. Moujane – 8^{ème} semestre, Th. Hofmann, S. Manelli – 7^{ème} semestre

Protection contre les crues d'un cours d'eau à Naters, en Suisse

Etudiante : M. Mayaud – 8^{ème} semestre

Aménagement hydroélectrique à Grandvillard (FR)

Etudiant(e)s : H. Moukhliiss, R. Martinerie – 8^{ème} semestre

Projet de systèmes civils / *Civil system project*

Gestion optimale des ressources en eau du bassin supérieur de l'Aar

Etudiant : Th. Hofmann – 8^{ème} semestre

Plan général d'évacuation des eaux de Gorgier (NE)

Etudiante : H. Moukhliiss – 8^{ème} semestre

Laboratoires

Mesures de protection contre l'érosion des rives: modélisation physique dans un bassin à houle

Etudiant(e)s : J. Rast, R. Buffat – 5^{ème} semestre, A. Junod – 7^{ème} semestre

Etude sur modèle physique de dispositifs dissipateurs d'énergie en hydraulique pluviale

Etudiant(e)s : A. Grandjean, A. Garcia Blanco – 5^{ème} semestre, M. Mayaud – 7^{ème} semestre

Dissipation d'énergie sur des évacuateurs à marches

Etudiants : P.-O. Spagnol, J. Michels – 6^{ème} semestre

Effet des vagues sur le transport solide côtier

Etudiant : P.-L. Delage – Erasmus

Pressions hydrodynamiques créées par un jet à haute vitesse

Etudiant : R. Martinerie – 6^{ème} semestre

STS (Science – Technique – Société)

Analyse critique du rapport de la commission mondiale des barrages

Etudiant : R. Martinerie, 5^{ème} semestre

Dangers et perspectives pour les énergies renouvelables dans un marché libéralisé en Suisse après le refus de la loi

Etudiant : P. Simonin, 6^{ème} semestre

Stabilisation végétale des rives de cours d'eau

Etudiants : V. Morattel, B. Omerovic, 6^{ème} semestre

Impacts socio-économiques et environnementaux des grands barrages

Etudiants : M. Hachem, A. Moujane, 8^{ème} semestre

Intégration dans le paysage d'un projet de protection contre les crues d'un cours d'eau à Naters, en Suisse

Etudiante : M. Mayaud, 8^{ème} semestre

2.5 Travaux pratiques de diplôme - octobre 2002 à mars 2003 / *Diploma thesis works – October 2002 to March 2003*

Aménagement pompage-turbinage de Feriolo à Baveno (Lago Maggiore)

Dans la région de Verbania–Baveno sur le Lago Maggiore (Italie) diverses entreprises utilisent le rocher des granits locaux pour la production de plaques, blocs ou pièces spéciales. Même les composants cassés sont utilisés pour une production industrielle de plaques pour planchers. Comme les ressources des carrières commencent à diminuer, les entreprises font l'effort de trouver des blocs et composants de granit ailleurs. La production et le transport de ces granits étant

chers, les entreprises sont intéressées à utiliser les roches qui se trouvent à proximité de leurs usines. Les recherches des géologues ont mis en évidence des ressources au dessus de Baveno, à une altitude de 1000 m. Pour des raisons environnementales, l'extraction du granit aux futures carrières et le transport des matériaux jusqu'à l'emplacement des carrières actuelles, sont à prévoir complètement en souterrain.

La société "Idropadana SA" prévoit pour cette raison l'ouverture de nouvelles carrières et galeries/puits pour vendre les blocs et autres composants en granit aux entreprises citées. Après leur excavation, les cavernes, puits et galeries seront utilisés comme aménagements de pompage-turbinage. Les éléments principaux de l'aménagement sont le bassin de compensation supérieur, avec un volume de 3'000'000 m³, les puits blindés, la centrale souterraine en caverne, les diverses galeries et l'ouvrage de prise et de restitution dans le Lago Maggiore.

Le travail consiste en une étude d'optimisation de l'aménagement de pompage/turbinage, une étude de variantes de faisabilité technique et économique du bassin supérieur, des tracés des galeries/puits, de la centrale et de la prise/restitution dans le lac, la comparaison de différentes variantes et un avant-projet de la variante retenue.

Diplômante : Corinne ASTORI Lauréate du Prix Maggia

Barrage de Abba Luchente (Sardaigne, Italie)

Le réservoir de Abba Luchente se situe sur la rivière Posada, qui se jette dans la mer entre les villes d'Olbia et Nuoro. Les eaux de la rivière sont actuellement stockées par le barrage de Maccheronis, près de la localité de Torpé, dont le volume utile ne permet toutefois plus de satisfaire les demandes actuelles et futures.

Il est prévu de réaliser la nouvelle structure en amont de la retenue existante, permettant de stocker les apports d'un bassin versant de 544 km². Le site du barrage se situe légèrement en aval de la confluence du Rio Posada avec le Rio Mannu di Bitti.

L'objectif du travail était de déterminer les bases de dimensionnement pour le volume de retenue en considérant les besoins pour l'irrigation et l'eau potable et d'étudier la faisabilité technique et économique du barrage avec ses ouvrages annexes.

Par la suite une étude préliminaire et des études de variantes en avant-projet ont été établies. Une étude d'approfondissement a porté sur la technologie de mise en œuvre du béton et l'analyse des problèmes thermiques en relation avec le développement de la chaleur d'hydratation.

Diplômant : Marc SOLDINI

Dam-break analysis and evaluation of the associated flood risk by application of a GIS-based methodology in the province of Tarragona (Spain)

The project concerned a dam failure case related to a contract done by an engineering office from Tarragona (Spain) with the UPC Group of Hydraulics and Hydrology (GHH). The causes of failure, the evolution of the failure itself, the propagation of the dam-break wave to the valley downstream and the associated risks of flooding were studied in detail.

The candidate followed the GHH staff's work during this contract, during which he endeavored a study of dam-break theory and alternative procedures for the definitions of flood areas in the downstream valley. The analysis of real case in the province of Tarragona was studied, concerning the dam safety and related risk of failure, concerning the hydraulics and sediment transport events of a dam-break flood and the definition of a procedure for mapping flooded areas by using GIS tools.

The diploma work was carried out in the department of Hydraulic, Maritime and Environmental Engineering at Technical University of Catalonia (UPC) under the direction of Professor Allen Bateman Pinzón.

Diplômant : Domingo MENDEZ

2.6 Excursions d'étudiants / Student excursions

Mèbre–Sorge, aménagements de protection contre les crues, 20 étudiants du 2^{ème} cycle postgrade en aménagements hydrauliques (23 janvier 2003)

Barrages de Rossens et Maigrauge (EEF), 20 étudiants 5^{ème} et du 7^{ème} semestre en génie civil (5 février 2003)

Barrage de Trois Gorges en Chine, voyage d'étude des étudiants du 7^{ème} semestre en génie civil, accompagné par Prof. Schleiss (4 - 11 mars 2003)



Voyage d'étude des étudiants en génie civil en Chine, visit du barrage des Trois Gorges en constructions / *Study trip of civil engineering students to China, visit of the Three Gorges Dam construction site*

Installations des services des eaux et d'assainissement de Lausanne, 19 étudiants du 2^{ème} cycle postgrade en aménagements hydrauliques (14 mars 2003)

Dispatching Center ETRANS et barrage de Laufenburg, 14 étudiants du 2^{ème} cycle postgrade en aménagements hydrauliques (16 mai 2003)

Station d'épuration de la ville de Lausanne, 20 étudiants du 6^{ème} et du 8^{ème} semestre en génie civil (18 juin 2003)

Site de projet Chambotton et autres aménagements à Genève, 20 étudiants du 2^{ème} cycle postgrade en aménagements hydrauliques (19 juin 2003)

Centrale de Riddes et Barrage de Mauvoisin, sites du projet Mauvoisin II, 19 étudiants du 3^{ème} cycle postgrade en aménagements hydrauliques (15 octobre 2003)

Plan directeur et aménagements du cours d'eau de la Suze, Bienne, 18 étudiants du 3^{ème} cycle postgrade en aménagements hydrauliques (21 novembre 2003)

2.7 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://lchwww.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 à la Librairie polytechnique, <http://www.livres.ch/bookshop@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.

2.8 Polycopiés / *Student course books*

Schleiss Anton

Aménagements hydrauliques, 431 pages, septembre 2002

disponible à la Librairie polytechnique, vente des cours: <http://www.livres.ch/bookshop@epfl.ch>.

Barrages, 239 pages, octobre 2002

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, 2002

disponible au LCH <http://lchwww.epfl.ch/> postgrade.lch@epfl.ch.

Systèmes d'adduction d'eau, 86 pages, 2002

disponible au LCH <http://lchwww.epfl.ch/> postgrade.lch@epfl.ch.

Boillat Jean-Louis

Hydraulique II et réseaux d'assainissement, 125 pages, novembre 1999

disponible à la Librairie polytechnique, vente des cours: <http://www.livres.ch/bookshop@epfl.ch>

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 1996

disponible au LCH: <http://lchwww.epfl.ch/> secretariat.lch@epfl.ch

Réalisations de génie civil et droit de la construction, vol. I, 82 pages, octobre 1998

disponible à la Librairie polytechnique, vente des cours: <http://www.livres.ch/bookshop@epfl.ch>

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

3. MANIFESTATIONS SCIENTIFIQUES / SCIENTIFIC EVENTS

3.1 Atelier Hydraulic System / Workshop Hydraulic System

La formation continue est le principal vecteur de transfert de technologie. En charge de cette mission, le Laboratoire de constructions hydrauliques LCH a invité les professionnels de la branche à découvrir et adopter le logiciel Hydraulic System. L'atelier a eu lieu jeudi 5 juin 2003.

Initialement développé dans un but didactique à l'intention des étudiants et récemment enrichi de nouveaux objets, ce programme se révèle très utile et performant pour les ingénieurs dans la modélisation des réseaux en charge, aussi bien en écoulement stationnaire que transitoire. Il offre la possibilité d'appréhender de manière simple et rapide les phénomènes complexes de l'hydraulique, tels que le coup de bélier dans les conduites ou l'oscillation en masse dans les chambres d'équilibre.

Le logiciel Hydraulic System a été développé dans le cadre d'un programme de recherche et développement interne de l'EPFL, destiné à l'élaboration d'outils d'enseignement assisté par ordinateur. Il permet de simuler, de manière très conviviale, le comportement hydraulique de systèmes complexes aussi bien que de réseaux simples. Les réseaux sont construits par assemblage d'objets et les études de sensibilité sont facilitées par la visualisation graphique des résultats.

L'atelier, suivi par 20 participants de toute la Suisse, était organisé en deux parties consacrées, l'une aux aspects conceptuels et théoriques des réseaux

Continuing education is the principal vector of technology transfer. In charge of this mission, the Laboratory of hydraulic constructions LCH invited professionals in the field to discover and adopt the computer program Hydraulic System. The workshop was held Thursday June 5, 2003.

Initially developed with a didactic aim for students and recently enriched by new features, this program turned out to be very functional and powerful for the engineers in the modelling of the pressurized waterways system, as well in steady as transient flow. It allows apprehending in a simple and rapid way the complex phenomena of transient hydraulics, such as the water hammer in conduits or mass oscillation in surge chambers.

The computer program Hydraulic System has been developed within the frame of internal research and a development programme at the EPFL as computer-assisted education tool. It allows simulating, in a very user-friendly way, the hydraulic behaviour of complex systems as well as of simple networks. The networks are built by assembly of objects and parametric studies are made easy by the graphic visualization of the results.

The workshop, followed by some 20 participants from all over Switzerland, was organized in two parts: the first being dedicated to the conceptual and theoretical aspects of the hydraulics in pressurized waterways system, the second to the initiation and the training

et des écoulements en charge, l'autre à la prise en mains et à l'apprentissage du logiciel Hydraulic System. L'initiation à Hydraulic System avec des exercices pratiques s'est déroulée avec une assistance technique en français, allemand et anglais. Au terme de la journée, chaque participant a reçu une attestation de suivi de l'atelier.

La version complète du logiciel Hydraulic System sur CD avec exemples et manuel d'utilisateur peut être commandée auprès du secrétariat du LCH.

of the software Hydraulic System. The assisted initiation in Hydraulic System with practical exercises took place with technical support in French, German and English. At the end of the workshop, each participant received a certificate of participation in the workshop.

The complete version of the computer program Hydraulic System on CD with examples and user's manual can be ordered at the secretariat of the LCH.

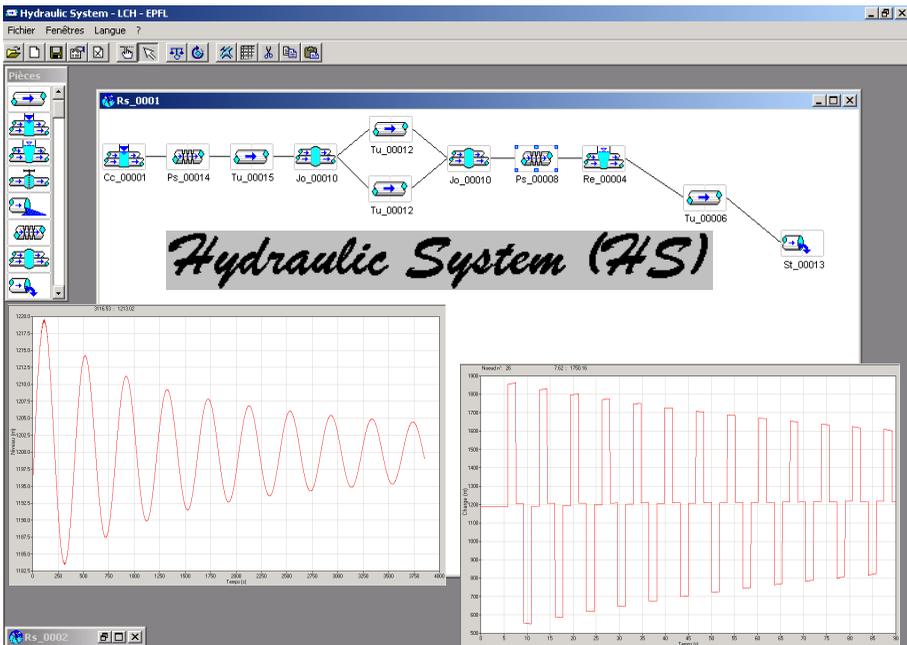


Figure 1: Application pratique du logiciel Hydraulic System avec exemple d'oscillation en masse dans une chambre d'équilibre et de coup de bélier dans une conduite / *Practical application of the Hydraulic System software showing mass oscillation in a surge chamber and water hammer in a conduit*

3.2 Séance plénière du projet "Rhône-Thur" / Workshop of the "Rhone-Thur" project

Dans le passé, la recherche sur la protection contre les crues était prioritairement orientée sur la fonctionnalité des mesures, en tenant compte de la résistance à l'écoulement et du charriage des sédiments. Contrairement à cette approche traditionnelle et conformément à la philosophie actuelle de la Confédération en matière de protection contre les crues, les recherches menées au Laboratoire de constructions hydrauliques dans le cadre du projet Rhône-Thur visent à garantir la fonctionnalité des mesures de protection contre les crues tout en tenant compte des besoins de l'écologie. Les recherches pluridisciplinaires du projet Rhône-Thur sont organisées en quatre modules dont le quatrième s'effectue au LCH.

Afin de présenter l'avancement des différents chercheurs travaillant sur les sous-projets ainsi que pour garantir un échange d'idées, la transmission du savoir et la coordination des projets, des séances plénières sont organisées environ tous les trois mois. Le Laboratoire de constructions hydrauliques a organisé une séance plénière le 4 décembre 2003.

In the past, research on flood protection was principally directed towards the functionality of measurements, by taking account of flow resistance and sediment transportation. Contrary to this traditional approach and in agreement with the current philosophy of the Confederation about flood protection, the researches led in the Laboratory of hydraulic constructions aims to guarantee the functionality of the flood-protection measures while taking account of ecological aspects. The researches at the LCH form the fourth module of the interdisciplinary Rhone-Thur project.

In order to present the advance of the various sub-projects as well as guaranteeing an exchange of ideas, a transmission of the knowledge and the coordination of the Rhone-Thur project, plenary meetings are organized approximately every three months. The Laboratory of hydraulic constructions organized a plenary meeting for the Rhone-Thur project on 4 December 2003.

3.3 Visite d'une délégation de l'Association technique du Vorarlberg, Autriche / Visit of a delegation of the technical Association of Vorarlberg, Austria

Vendredi 20 juin 2003, le Laboratoire de constructions hydrauliques LCH a accueilli une délégation de l'Association technique du Vorarlberg, en charge de la régulation internationale du Rhin (Vorarlberger Technischer

Friday June 20, 2003, the Laboratory of hydraulic constructions LCH received a delegation of the technical Association of Vorarlberg in charge of the international Regulation of the Rhine (Vorarlberger Technischer Verein /

Verein/Internationale Rheinregulierung) en Autriche. Après quelques mots de bienvenue, Dr. G. De Cesare a présenté les activités et missions du LCH. Quatre projets particuliers ont ensuite été présentés à l'auditoire: M. F. Jordan a fait un exposé sur le projet "Minerve" - Modèle de gestion des crues dans des bassins versants alpins, M. B. Rosier a présenté l'influence d'un déversoir latéral sur le transport solide dans un canal à lit mobile – Projet "Difuse", M. T. Meile a montré les résultats d'essais sur modèle physique du nouvel évacuateur de crues de l'aménagement hydro-électrique de Spullersee en Autriche. Dr. G. De Cesare a terminé avec un exposé sur les courants de turbidité dans les lacs et réservoirs. Les 35 participants ont ensuite fait une visite guidée du laboratoire d'hydraulique.

Internationale Rheinregulierung) in Austria. After some words of welcome, Dr. G. De Cesare presented the activities and missions of the LCH. Four selected projects were then presented to the audience: Mr. F Jordan made a talk on the "Minerve" Project - Flood management model in alpine watersheds, Mr. B. Rosier presented the interaction of a side weir with a fixed geometry on a movable channel bed - "Difuse" Project, Mr. T. Meile showed the results of the physical scale model tests performed on the new spillway of the Spullersee hydraulic scheme in Austria. Dr. G. De Cesare finished with a presentation on turbidity currents in lakes and reservoirs. The 35 participants then made a guided tour of the hydraulic research laboratory.

3.4 Conférences publiques au LCH / *Public conferences at LCH*

Vibrations des structures métalliques sous sollicitations hydrodynamiques (vannes, clapets, blindage) - Théorie et études de cas

Peter BILLETER

IUB Ingenieur-Unternehmung AG Bern, Suisse (16.01.2003)

Aménagement hydroélectrique de Deriner, Turquie

Marc BALISSAT

Stucky, Ingénieurs-Conseils SA, Renens, Suisse (27.02.2003)

The Kárahnjúkar Hydropower Project, Island

Joseph KAELIN / Jean-Pierre GISIGER

Electrowatt-Ekono AG, Zurich, Switzerland (13.03.2003)

Expertises concernant la réhabilitation de barrages au Kirghizstan

Prof. Raymond LAFITTE

Président de l'Association Internationale pour l'Hydroélectricité, Vice-président de la Commission Internationale des Grands Barrages

EPFL - LCH, Lausanne, Suisse (22.05.2003)

De la vertu des déversoirs de sécurité pour protéger les vals endigués contre les inondations et améliorer l'écrêtement des crues

Nicolas-Gérard CAMP'HUIS

Equipe pluridisciplinaire plan Loire grandeur nature, Orléans, France (12.06.2003)

Some cornerstones of numerical modelling of unbounded domains such as soil

Dr John P. WOLF

EPFL - LCH, Laboratoire de constructions hydrauliques, Suisse (03.07.2003)

Application of Physical and Numerical Models in Hydraulic Engineering - Theory, Applicability, Examples, Comparison

Andreas MATHEJA

Franzius-Institute for Hydraulic, Waterways and Coastal Engineering, University of Hannover, Germany (10.07.2003)

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

Pedro Manso "**Etude sur modèles physiques de dispositifs dissipateurs d'énergie en hydraulique pluviale**" (31.01.2003)

Frédéric Jordan "**Projet MINERVE - Modèle de gestion des crues**" (28.03.2003)

Tilak Raj Bhattarai "**Modélisation numérique du Rhône de Brigue au Léman**" (28.03.2003)

Stéphanie André "**Barrages submersibles - Ecoulements à hautes vitesses sur macro-rugosités**" (25.04.2003)

Pedro Manso "**Affouillement de massifs rocheux par des jets d'eau plongeants à haute vitesse**" (09.05.2003)

Philippe Chèvre "**Influence des ponts NLFA sur le Rhône**" (02.06.2003)

Selim Sayah "**Etude de causes de l'érosion de la plage de Préverenges sur la rive Nord du Léman: Modélisation Numérique**" (04.09.2003)

Selim Sayah "**EROSÉE, processus d'érosion et de stabilisation des rives lacustres**" (16.10.2003)

Tobias Meile "**Projet de protection contre les crues et modélisation physique de la Gamsa en Valais**" (14.11.2003)

Soleyman Emami "**FLOW-3D**" (28.11.2003)

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

Fachtagung Hochwasserschutz: Erfahrungen mit Hochwassern im Wallis, Visp, 15. und 16. Mai 2003.

A. Schleiss, Präsident des Organisationskomitees.

J.-L. Boillat, T. Meile, Mitwirkende bei der Fachexkursion.

Atelier Hydraulic System, EPFL, Lausanne, Suisse, 5 juin 2003

J.-L. Boillat, Président du comité d'organisation.

E. Bollaert, G. De Cesare, J. Dubois, Membre de comité d'organisation.

Séance plénière Rhône-Thur, EPFL, Lausanne, Suisse, 4 décembre 2003.

J.-L. Boillat, Président du comité d'organisation.

Ph. Chèvre, Ph. Heller, T. Meile, Membre du comité d'organisation.

XXX IAHR Congress: Water Engineering and research in a learning society – modern developments and traditional concepts, Thessaloniki, Greece, 24 – 29 August 2003.

A. Schleiss, Chairman.

Hydro 2003, The way forward for hydropower. Dubrovnik, Croatia, 3 – 6 November 2003.

A. Schleiss, Member of Scientific Committee.

Interpraevent, 10^{ème} congrès 24 – 27 mai 2004, Riva del Garda, Italie

J.-L. Boillat, Membre du comité scientifique.

4th ISUD, 4th 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.

Conseil mondial de l'eau, Forum Mondial de l'eau, Kyoto, Japon, mars 2003,

Conseil des Gouverneurs, Marseille, France, octobre 2003

R. Lafitte, Gouverneur.

Comité permanent du grandprix mondial Hassan II de l'eau, Réunion concernant le choix du lauréat, 18 janvier 2003.

R. Lafitte, Membre du comité.

Assosiation internationale pour l'hydroélectricité IHA, Réunions du Conseil, London, Kyoto, Montréal Cavtat. Angleterre, février 2003.

R. Lafitte, Président.

Commission Internationale des Grands Barrages CIGB, Réunion du Bureau, février et juin 2003.

R. Lafitte, Vice-président.

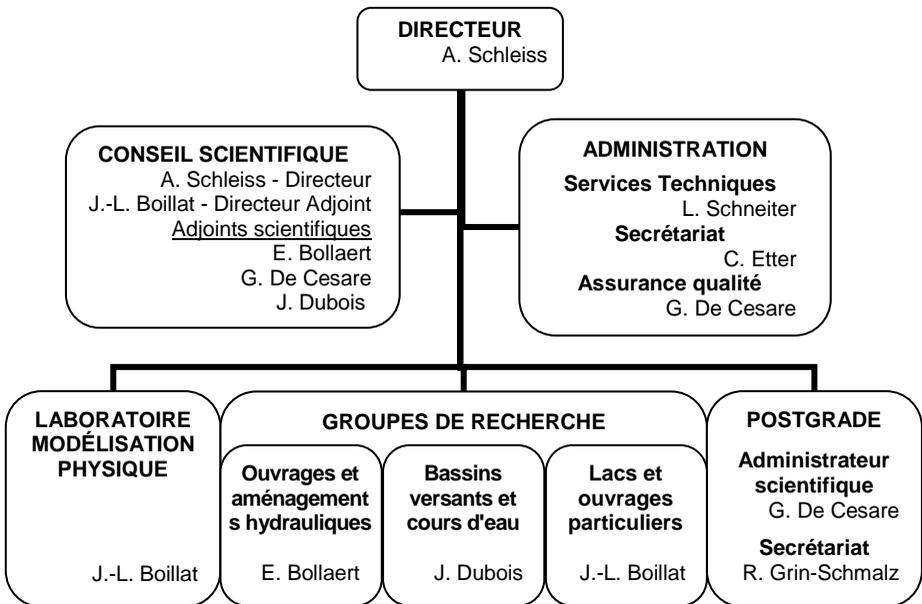
Conseil mondial de l'eau, Conseil des gouverneurs, Marseille, France, octobre 2003

R. Lafitte, Gouverneur.

4. PERSONNEL / STAFF

4.1 Organisation du LCH / Organisation of LCH

Laboratoire de constructions hydrauliques
Laboratory of Hydraulic Constructions



**Cycle postgrade en aménagements hydrauliques /
Postgraduate studies in hydraulic schemes**

Prof. Dr Anton Schleiss

Directeur du Cycle Postgrade / *Director of Postgraduate Studies*

Dr Jean-Louis Boillat

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

Dr Giovanni De Cesare

Administrateur du Cycle Postgrade / *Administrator of Postgraduate Studies*

Regula Grin

Secrétaire du Cycle Postgrade / *Secretary of Postgraduate Studies*

4.2 Collaborateurs en 2003 / Staff in 2003



Carte de vœux 2003 du LCH / *Season's Greetings card 2003 of LCH*

Directeur / Director

Prof. Dr Anton J. Schleiss de / since 01.01.1997

Adjoints scientifiques / Senior Lecturers

Dr Jean-Louis Boillat de / since 01.04.1989
Dr John P. Wolf 01.04.1988 – 31.01.2003
Dr Erik Bollaert de / since 01.02.2003
Dr Jérôme Dubois de / since 01.02.2003

**Administrateur du Cycle Postgrade /
Administrator of Postgraduate Studies**

Dr Giovanni De Cesare de / since 09.03.1992

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

Philippe Chèvre de / since 01.01.2002
Dr Judith Monney 01.08.2003 – 31.12.2003
Pierre-Yves Pitteloud 01.07.2003 – 15.10.2003

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

Stéphanie André de / since 01.04.1999
Christoph Oehy 17.05.1999 – 28.02.2003
Sheila Demierre 01.07.2000 – 31.05.2003
Selim Sayah de / since 01.10.2000
Pedro Filipe De Almeida Manso de / since 01.10.2000
Frédéric Jordan de / since 01.04.2001
Tobias Meile de / since 01.04.2002
Philippe Heller de / since 01.09.2002
Azin Amini de / since 01.05.2003
Burkhard Rosier de / since 01.05.2003
Sameh Kantoush de / since 01.11.2003

Stagiaires / Trainees (étudiants postgrade / postgraduate students)

Tilak Raj Bhattarai 18.09.2001 – 31.05.2003
Soleyman Emami de / since 18.09.2001
Nima Nilipour de / since 01.10.2003
Mohammadreza Andaroodi de / since 01.10.2003
Marcelo Leite Ribeiro de / since 10.11.2003
Islam Awad de / since 17.11.2003

Services techniques / Technical Staff:

Louis Schneiter de / since 25.10.1971
René Fontanellaz (temps partiel) de / since 01.03.1991
Mario Conod (temps partiel) de / since 01.04.2001
Marc-Eric Pantillon (temps partiel) de / since 01.07.1998

Secrétariat du LCH / LCH Secretariat

Caroline Etter (temps partiel) de / since 01.04.2002
Stéphanie Rochat (apprentie) de / since 12.08.2002
Carole Boechat (apprentie) 14.08.2000 – 13.08.2003

Secrétariat du cycle postgrade / Postgraduate studies secretariat

Regula Grin (temps partiel) de / since 01.12.2002

Professeur titulaire retraité rattaché au LCH / Retired Titular Professor associated to LCH

Prof. Raymond Lafitte

4.3 Professeurs invités et hôtes académiques / Visiting professors and academic visitors

Prof. Virgilio FIOROTTO, Università degli Studi di Trieste, Italia
Professeur invité dans le cadre du programme d'échange ERCOFTAC /
ERCOFTAC exchange program invited professor 04.08.2003 – 15.08.2003

Dr. - Ing. Andreas MATHEJA, Franzius - Institut für Wasserbau und
Küsteningenieurwesen, Universität Hannover, Deutschland
Professeur invité dans le cadre du programme d'échange ERCOFTAC /
ERCOFTAC exchange program invited professor 07.07.2003 – 11.07.2003

4.4 Événements spéciaux / Special events

4.4.1 Journées portes ouvertes à l'EPFL / Open days at EPFL

Dans le cadre du 150^{ème} anniversaire de l'EPFL, des journées portes ouvertes ont été organisées les 2, 3 et 4 mai 2003.

Plus de 25'000 visiteurs : le succès inouï des journées Portes Ouvertes a de quoi réjouir les étudiants, les chercheurs et les employés de l'EPFL. Une réussite aussi impressionnante invite à la réflexion. Ni le beau temps, ni les exploits d'Alinghi, ni les efforts de communication ne suffisent à l'expliquer. La curiosité des visiteurs, leur soif de connaissance et leur bonheur à parcourir les laboratoires montrent que la science plus que jamais fait rêver, étonne, intrigue ...

Sous le thème « L'Energie : un défi planétaire – La force est avec nous ... ! », le LCH a participé à l'organisation de cette manifestation dans la halle d'hydraulique du bâtiment de génie civil.

Les collaborateurs du LCH ont fait visiter à plus de 2'000 personnes les modèles en activité dans la halle d'hydraulique concernant en particulier l'érosion dans les courbes des rivières, les jets à haute vitesses, la dissipation d'énergie sur les fortes pentes, la modélisation de digues fusibles, l'effet des vagues sur l'érosion dans le bassin à houle, des modèles physiques pour diverses études, notamment celle du comportement hydraulique du système d'évacuation des eaux d'incendie du tunnel du Lötschberg et des dispositifs dissipateurs d'énergie en hydraulique pluviale appartenant au système de drainage des lignes TGV de la SNCF. Pour le modèle physique de la Gamsa (70m de longueur), qui a dû être réalisé in situ en Valais, un film a été présenté.



Figure 1: Installation de recherche sur la dissipation d'énergie des écoulements à hautes vitesses et au premier plan modèle physique pour l'étude du système d'évacuation des eaux d'incendie du tunnel du Lötschberg (Mandat de services) / *Experimental facility for the study of energy dissipation of high velocity aerated flows and physical model for the study of the drainage system of the tunnel of Lötschberg for the water in case of fire*



Figure 2: Démonstration dans le bassin à houle du LCH: Effet des vagues sur une maquette du Monolithe de Morat et sur l'érosion des rives / *Demonstration in the wave-tank of LCH: The effect of wave on the floating Monolith of Morat and bank erosion*

4.4.2 Mention d'honneur du concours d'affichage du XXI Congrès de la CIGB, programme "Pour la Relève" / *Honourable Mention at the Poster Session of the XXI ICOLD Congress, program "Next generation"*

Pour la première fois dans un congrès de la CIGB, les comités nationaux ont été invités à sélectionner deux jeunes ingénieurs pour présenter leurs travaux dans une session d'affichage qui s'est déroulée en parallèle avec les sessions techniques, à côté de l'exposition commerciale. Environ 30 ingénieurs ont participé et quatre mentions d'honneur ont été attribuées par le jury dont une à Pedro Manso du LCH-EPFL. Les prix ont été délivrés lors de la cérémonie de clôture du congrès.

For the first time in an ICOLD congress, the National committees were invited to select 2 young engineers, to present their work in a poster session. This took place by side the commercial exposition and the technical sessions. Over 30 participants met for this purpose and the jury awarded 4 honorable mention prizes. One of them was Pedro Manso of the LCH-EPFL. The certificates were presented at the congress closing ceremony..

4.4.3 Sortie du laboratoire de constructions hydrauliques dans le sud de la France / *Visite of the south of France by the Laboratory of Hydraulic Constructions*

C'est dans les senteurs de Provence que le Laboratoire de Constructions Hydrauliques s'est plongé pendant quelques belles journées de septembre, organisées par Stéphanie André à l'initiative du Prof. Schleiss. Quelques photos de cette sortie figurent ci-dessous (Fig.1).

Le séjour débutait avec une surprenante visite de zones inondables (rive gauche du Rhône) en amont de la centrale hydroélectrique de Baix-Le Logis Neuf. Selon le concept de la CNR (Compagnie Nationale du Rhône, France), le fonctionnement successif de siphons et de bacs de rétention permet en cas de crue de dégorger localement le Rhône. En soirée, un immense barbecue aux saveurs provençales nous attendait dans le joli mas de J.-L. Boillat, au cœur du village de Goussargues (Gard)! Le paysage rappelait les crèches provençales, il ne manquait que le ravi, le fifre et le tambourin !

Dès le matin, nous avons pu tester la courantologie du Gardon qui « peuchère », manquait un peu d'eau, mais surtout la résistance au chahut et tamponnage des canoës de Collias (Gard). Le silence et l'admiration ont fait place lors du passage sous le majestueux pont du Gard. Une soirée purement arlésienne, au tempo de la feria des prémices du riz, nous attendait au bout du Rhône.

Le lendemain, le Mistral était de la partie pour coucher les roseaux et la saladelle qui bordent l'étang de Vaccarès en Camargue. Les flamands roses restaient là, stoïques sur une patte, nous regardant passer avec nos chevaux blancs capricieux. Après une bonne daube de

It's in the taste of Provence that the Laboratory of Hydraulic Constructions had spent some wonderful September days thanks to Prof. Schleiss and to the organisation of Stéphanie André. Some pictures are presented below (Fig.1)

The journey started with a surprising visit of inundation zones (left rive of the Rhone), downstream of the hydropower of Baix-Le Logis Neuf. According to the concept of the CNR (National Company of Rhône), successive operating siphons and retention reservoir allows during floods to release peaks from the Rhône into those zones. In the evening, a delicious Provençal barbecue welcomed us in a pretty typical Provençal house of Jean-Louis Boillat, in the village of Goussargues. The landscape reminded the typical nativity crib of Provence, it was only missing the "ravi-crib", the fife and the small drum.

In the following morning, we could test the dynamic of the Gardon river which had very low water level. But overall, we tested the resistance of the canoes of Collias (Gard) to our games and bumps along the river. However, silence and admiration took place when we slid under the great Gard Bridge. A purely Arlésienne evening, in the tempo of the ferias of the beginning of rice, was waiting us in Arles, at the end of the Rhone.

The day after, the Mistral was here to lay reeds on the riverside of the pound of Vaccarès in Camargue. But the flamingos were standing up on only one leg, stoical, looking to us riding white capricious camarguais horses. After a good bull meal and an artisan Pastis in

Taureaux et un pastis artisanal dans un ranch camarguais, le cap sur Marseille nous a conduit vers la Madrague de Montredon, le cul-de-sac de Marseille. Un magnifique ciel rouge sang au couché du soleil nous a fait l'honneur d'éclairer la « bonne mère » et les îles du Frioul. Pour finir, il ne manquait plus que la ballade en barque Marseillaise (le pointu de son nom) à travers les calanques de Marseille, de Pormiou à Morgiou, sans oublier une escale abritée pour piquer une tête dans la belle méditerranée, plus bleue et chaude que jamais même en cette période automnale. C'est avec un pincement au cœur mais beaucoup de soleil dans l'esprit que nous avons repris le chemin vers le Léman.

Stéphanie André

a camarguais ranch, the cap to Marseille had lead us to the Madrague of Montredon, the end of Marseille. A wonderful red sky at sunset was lighted the "Bonne mère" and the Frioul islands. The week-end was finishing by a sailing in a typical Marseille's boat (name Pointu) in the Creek of Marseille, from Pormiou to Morgiou, without forgetting a stop to take a bath in the pretty Mediterranean sea, so blue and warm for this autumn period.

It's with a lot of sun in our mind that we came back to the Geneva Lake in Switzerland.

Stéphanie André



Figure 1 : Quelques souvenirs de Provence / Some reminds of Provence

4.4.4 Ouverture de la 3^{ème} édition du cycle postgrade en aménagements hydrauliques 2003-2005 / *Opening ceremony of the 3rd edition of the Postgraduate course in hydraulic schemes 2003-2005*

En cette année 2003, déclarée Année internationale de l'eau douce par l'UNESCO, débute la 3^{ème} édition du cycle postgrade en aménagements hydrauliques à l'EPFL. Une trentaine d'invités et une vingtaine de nouveaux étudiants ont participé à la cérémonie d'ouverture du 1er octobre, au cours de laquelle plusieurs orateurs ont souhaité la bienvenue aux participants à cette nouvelle édition du cycle postgrade. Après le Prof. Schleiss, directeur du Laboratoire de constructions hydrauliques et du cycle postgrade, M. J.-L. Vandries, administrateur de l'école de la postformation a pris la parole, suivi de M. J. Allouche, directeur du Water Institutions and Management Competence Centre, puis de M. J.-L. Boillat, vice directeur et enfin de M. G. De Cesare, administrateur scientifique du cycle postgrade.

Le Prof. Schleiss a rappelé que le but principal de ce cycle d'études postgrades est de mettre à disposition des participants les bases scientifiques, qui leur permettront d'intervenir comme ingénieurs chefs de projets dans la construction des installations hydrauliques nécessaires à satisfaire les besoins vitaux en énergie dans leurs pays. Mais le savoir technique ne suffit pas pour relever ce défi par une approche globale. Le mélange des participants, parlant plus d'une douzaine de langues différentes, sans compter un nombre inconnu de dialectes, assure l'acquisition d'autres compétences non moins importantes: la capacité de s'exprimer dans différentes langues, le teamwork, le respect et la tolérance envers d'autres cultures.

En citant, pour chaque pays d'origine d'un étudiant, son état d'alimentation en énergie hydraulique et les grands travaux en cours, le Prof. Schleiss a souhaité la bienvenue aux nouveaux étudiants.

Au Brésil (1 étudiant), pays possédant d'énormes réserves en eau, 94% du besoin en énergie électrique est produit par la force hydraulique, sans polluer l'atmosphère. Actuellement 7 barrages de plus de 60m de hauteur sont en construction, qui ont une puissance installée de 6'300 MW.

La Bulgarie (1 étudiante) utilise seulement 33% de son potentiel théorique d'énergie hydraulique. Il existe un déséquilibre entre la partie sud-est, avec 90% des ressources en énergie hydraulique et les plaines du nord et de l'est, souffrant d'un manque d'eau potable. Un barrage de plus de 60m est en construction.

Tout comme le Brésil, la Colombie (1 étudiante) possède de vastes ressources en eau. Pour couvrir le 70% des besoins en électricité, seuls 8% du potentiel technique sont utilisés. Un barrage de 188m de hauteur est en construction.

L'Egypte (1 étudiant) est probablement le seul pays, où une population énorme dépend d'un seul fleuve, le Nil. Même si le barrage d'Assouan est toujours sujet à controverses, il est un fait que sans l'eau retenue dans le Lac Nasser, le pays ne pourrait pas survivre. Certains barrages le long du Nil sont actuellement en cours de réhabilitation et la technologie de l'irrigation a été améliorée ces dernières années.

La situation en Equateur (1 étudiante) ressemble fortement à celle de la Colombie. Pour couvrir les 70% de la demande en énergie, seuls 6% du potentiel sont utilisés. Des investisseurs privés prévoient de construire 3 grands aménagements hydroélectriques.

Dans le domaine de l'énergie hydraulique, la France (1 étudiant) est dans une situation similaire à celle de la Suisse. La sécheresse de cette année 2003 a montré qu'il y a encore des grands problèmes à résoudre du point de vue de la navigation, de la production d'énergie et de l'alimentation en eau pour l'irrigation.

L'Iran (2 étudiants) est le paradis des spécialistes en hydraulique et en construction de barrages. Bien que grand producteur de pétrole, il investit fortement dans la construction d'aménagements hydroélectriques. Actuellement plus de 45 barrages de plus de 60m sont en construction, d'une capacité totale de 8'000 MW. Les aménagements sont tous à buts multiples, pour la production d'énergie et d'eau pour l'irrigation.

Le potentiel en énergie hydraulique du Népal (3 étudiants) est 5 fois plus élevé que celui de la Suisse. Un peu plus de 1% seulement est utilisé pour l'alimentation de 90% des besoins du pays. Le Népal pourrait fournir de l'eau pour l'irrigation de millions d'hectares de terres agricoles en Inde. Dès que le réseau régional sera construit, le Népal jouera un rôle important dans le développement de l'énergie hydraulique en Asie du Sud.

Environ 44.5% du potentiel techniquement utilisable sont réalisés en Serbie (1 étudiant) pour couvrir 10% des besoins en énergie électrique. Il est prévu d'augmenter la production de 2'370 GWh/a au cours de la prochaine décennie. La reconstruction du pays en général et l'amélioration de son niveau économique vont définir la progression de construction de centrales hydrauliques.

En Suisse (8 étudiants) environ 90% du potentiel hydraulique économiquement utilisable est réalisé. Le défi de l'avenir est l'optimisation et la réhabilitation des installations existantes. La sécheresse de cette année a montré que la Suisse n'est pas à l'abri non plus des conséquences de changements climatiques.

Le Professeur Schleiss clôt son discours par des remerciements aux sociétés privées et publiques, qui contribuent au soutien financier important du cycle d'études postgrades, à la délégation de chargés de cours et à l'accueil des étudiants stagiaires. Il remercie aussi les partenaires académiques (ETH-Zürich, TUM-München, Universität Innsbruck, INP-Grenoble, ULg-Liège) pour leurs grands efforts dans la préparation des cours.

4.4.5 75^{ème} anniversaire des laboratoires d'hydraulique du génie civil / 75 years of the Laboratory of Hydraulic Constructions

La cérémonie d'anniversaire qui s'est déroulée le 10 octobre 2003 à l'EPFL a connu un immense succès avec plus de 150 participants.

C'est à l'initiative et sous la direction du professeur Dr Alfred Stucky que le premier laboratoire de l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne, celui d'hydraulique, fut créé en 1928. Les deux unités héritières de cette fondation, le Laboratoire de constructions hydrauliques (LCH) et le Laboratoire d'hydraulique environnementale (LHE) ont fêté leur 75^{ème} anniversaire.



Figure 1: 75^{ème} anniversaire des laboratoires d'hydraulique du génie civil / 75 years of the Laboratory of Hydraulic Constructions

Le Prof. Dr Anton Schleiss a ouvert la cérémonie en relevant la coïncidence de cet anniversaire avec l'année internationale de l'eau douce déclarée par l'UNESCO en 2003.

Comme fil rouge au déroulement de la cérémonie, les slogans de la proclamation officielle de l'Année internationale de l'eau douce ont été empruntés :

- Plongez-vous dans l'Année !
- Mouillez-vous !
- Faites des vagues !
- Ensemble nous pouvons changer les choses !

M. Schleiss a souligné le fait que les laboratoires d'hydraulique au génie civil font depuis 75 ans un grand effort pour faire évoluer les choses en formant des ingénieurs capables de contribuer partout dans le monde au développement des ouvrages et des systèmes hydrauliques. Ces ingénieurs contribuent à une recherche de haut niveau dans le domaine de l'hydraulique et de l'ingénierie hydraulique dans le but d'utiliser et de se protéger contre les eaux plus efficacement. Ils s'efforcent finalement de transférer les résultats de la recherche vers la pratique par le biais des services et expertises.

Par la suite, le Prof. Dr Stefan Catsicas, Vice-Président de la Recherche et le Prof. Dr Laurent Vulliet, Doyen de la Faculté ont souligné l'importance du domaine de l'eau à l'EPFL et à l'ENAC.

L'auditoire a ensuite pu se plonger dans l'histoire fascinante des laboratoires d'hydrauliques présentée par le Dr Jean-Louis Boillat, adjoint scientifique au LCH.

L'importance des laboratoires d'hydraulique pour les activités internationales des bureaux d'ingénieurs a été mise en évidence par deux représentants de bureaux d'ingénieurs héritiers d'une longue tradition dans le domaine des constructions hydrauliques et de renommée internationale. Le Dr Patrice Droz, Directeur technique de Stucky Ingénieurs-Conseils SA à Lausanne et le Dr Roger Bremen, Sous-directeur de Lombardi Eng. Ltd à Minusio-Locarno ont démontré, au travers de réalisations récentes, l'importance de la collaboration entre les bureaux et les laboratoires de recherche.

Une partie récréative a été apportée par les 10 doctorants des deux laboratoires qui se sont présentés de manière fort originale par un spectacle théâtral, illustré par des films personnalisés, avec un contenu scientifique, pour faire partager à l'auditoire le sujet de leur thèse.

La longue et étroite collaboration avec l'Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG) dans le domaine de la recherche et des services a été abordée par M. Andreas Götz, Vice-directeur et responsable de la division des Dangers naturels et M. Henri Pougatsch, Délégué à la sécurité des 200 grands barrages de Suisse.

Le Dr Walter Hauenstein, Directeur de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux (SWV) a souligné l'importance des laboratoires d'hydraulique pour les associations professionnelles et a rappelé la mission des écoles polytechniques de maintenir les compétences dans le domaine des constructions hydrauliques.

L'auditoire fut ensuite inondé de quelques ondes acoustiques harmonieuses produites par la fanfare des Amis du Gros-de-Vaud.

M. François Matthey du Service des eaux, sols et assainissement du Canton de Vaud ainsi que le Dr Dominique Bérod du Service des routes et des cours d'eau du Canton du Valais ont présenté, à l'aide de plusieurs projets, l'importance des laboratoires d'hydraulique pour la réalisation des projets cantonaux dans le domaine des aménagements hydrauliques et particulièrement pour les aménagements de cours d'eau.

Cette cérémonie a également donné l'occasion à deux étudiants en génie civil, Mlle Mathilde Mayaud et M. Urs Wyss de parler de leurs expériences et de leurs études en hydraulique et de faire rire l'assemblée par quelques anecdotes.

Finalement, le Prof. Dr Hans-Erwin Minor, Directeur du Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) a fait part de la bonne collaboration entretenue entre l'EPFL et l'ETH Zürich.

La cérémonie s'est terminée avec un apéritif musical dans la halle hydraulique où les hôtes ont pu se mouiller et admirer les installations expérimentales utilisées pour des travaux de recherche fondamentale et appliquée.

Rendez-vous est déjà pris pour le 100^{ème} anniversaire en l'an 2028 !

Un article décrivant l'histoire du Laboratoire d'hydraulique du génie civil a été publié dans "Wasser, Energie, Luft - eau, énergie, air" (95. Jahrg., Heft 11/12, pp. 375 - 382, 2003) par Jean-Louis Boillat (75^e anniversaire du Laboratoire d'hydraulique du génie civil de l'EPFL, 1928 - 2003 / 75 Jahre Wasserbau und Hydraulik an der EPFL, 1928 - 2003).

4.4.6 Renouveau des installations de régulation de la halle d'hydraulique / *Replacement of regulation equipments of the hydraulic experiences hall*

Après 25 ans de service la partie régulation-débitmètrie de la halle est complètement renouvelée. Elle comprend un ordinateur de commande centralisé régulant les 8 pompes en circuit fermé et les vannes électromécaniques distribuant l'eau dans les différents circuits de la halle (Figure 1).

Il est possible en mode wi-fi de connecter des terminaux répéteurs permettant de commander les pompes depuis le stand d'essai. Parmi les principales améliorations citons la possibilité de générer des crues automatiquement, d'avoir un enregistrement et un suivi des opérations. Une gestion des alarmes sophistiquée assure une sécurité des installations à chaque instant. Un synoptique du schéma de distribution permet à chaque utilisateur d'avoir une vue d'ensemble sur les circuits utilisés.

Tous les débitmètres électromagnétiques ont été également renouvelés.

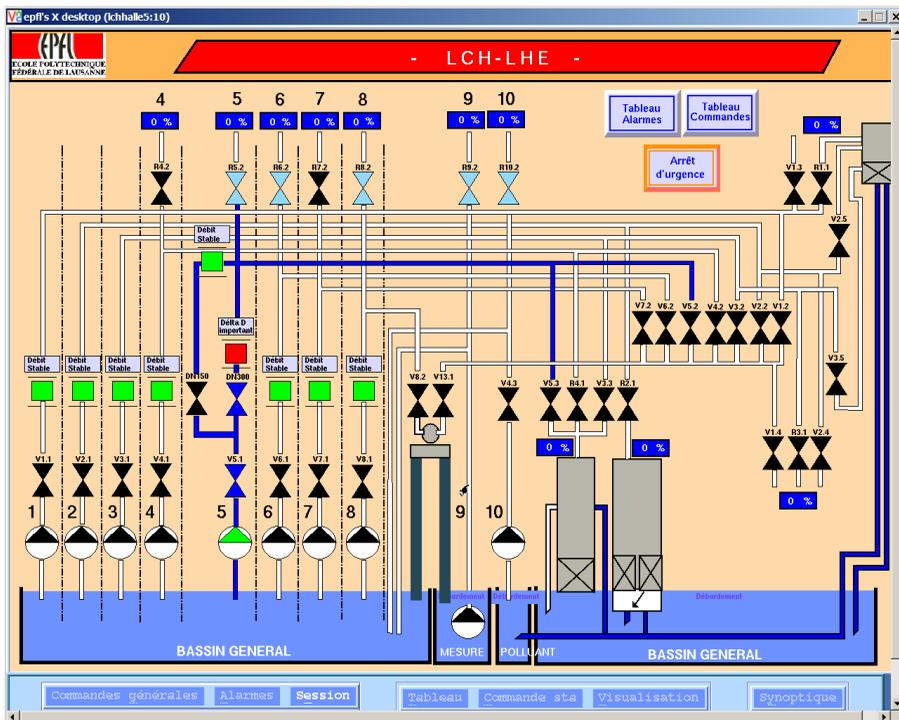


Figure 1: Photo de l'écran de la nouvelle régulation de la halle d'hydraulique / *Picture of the command screen of the new regulation equipment of the hydraulic experiences hall*

4.4.7 Passeport vacances / "Holiday passport"¹

Comme chaque année en été et automne, le Laboratoire a accueilli des adolescents inscrits au passeport vacances. Le 21 octobre 2003 des groupes de 15 élèves ont visité les installations et suivi des démonstrations où les jeunes visiteurs ont pris une part active.

As is the habit in summer and autumn, the Laboratory received the visit of teenagers who took part in the "holiday passport". Groups of 15 scholars visited the installations and actively followed demonstrations on 21st October 2003.

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

4.5 Rapports sélectionnés des conférences / Selected conference reports

4.5.1 SeeUfer 2003 / LakeShores 2003 Universität Konstanz, Deutschland, 19 – 21 Juni 2003

Les mesures de protection des rives lacustres: Méthodologie de recherche et étude de cas

La protection des rives lacustres est un sujet de grande importance en Suisse, où plusieurs rives de lacs du plateau souffrent d'une érosion accrue. Ainsi, dans les régions de faible profondeur, la protection des rives par des mesures biotechnologiques se révèle d'une grande efficacité. Malheureusement, les bases scientifiques pour le dimensionnement de ces mesures font défaut. Le but principal du projet de recherche est ainsi l'évaluation, sur la base de modélisations physiques et numériques, de l'impact de ces mesures sur la protection de la rive et le développement de bases de dimensionnement optimales. Un modèle numérique 2-D a été utilisé comme cas d'étude pour évaluer l'érosion de la plage de Préverenges sur la rive Nord du Léman. Ceci a permis une bonne évaluation du modèle numérique concernant l'interaction vagues-sédiments et le rôle du vent dans la génération des courants littoraux.

The Use of Soft Shore Protection Measures in Shallow Lakes: Research Methodology and Case Study

Shore protection in lakes is an issue of major importance in Switzerland where several big lakes in plains suffer from a pronounced bank erosion. For the moment, in shallow lakes, soft and biotechnical protection measures proved their reliability. Unfortunately, the scientific bases for the design of such techniques don't exist in some cases or not appropriate enough in order to have an optimized effect. Therefore, the aim of an on-going research project is to study, on the basis of physical and numerical modeling, the impact of such measures on the shores regarding bank erosion, and to establish the main basis for their dimensioning. A 2-D numerical model was used to simulate the eroded beach of Préverenges on the North coast of Lake Geneva. Hence, this case study allowed a better understanding of the numerical capacities of the program by modeling wave effect on bedload sediment transport and shore erosion as well as wind role in the generation of littoral currents.

4.5.2 International Conference on the Impact of Global Environmental Problems, Geneva, Switzerland, 16-18 July 2003

Les protections des rives lacustres contre l'érosion en utilisant des mesures biotechnologiques.

La protection des rives lacustres est un

Using soft and biotechnical shore protection measures against bank erosion in shallow lakes

The coastal protection in lakes is a

sujet important qui nécessite encore de nombreuses recherches supplémentaires. Contrairement aux techniques utilisées dans les mers et les océans, les mesures de protections lacustres sont souvent conçues avec des techniques issues de la biotechnologie qui s'adaptent mieux à l'hydrodynamique particulière des lacs. Au lac de Biemme en Suisse, il existe une longue tradition de protections des rives des lacs par des techniques souples, par exemple, les barrages à claire voie, les palissades ou autres. Ces mesures de protection ont prouvé leur fiabilité mais nécessitent encore des bases scientifiques solides pour leur dimensionnement. Ainsi, le but du projet de recherche consiste à établir ces bases en se référant à une modélisation physique et numérique. Les résultats des essais physiques seront comparés par la suite aux mesures in-situ pour permettre un bon calibrage du modèle numérique.

topic where further systematic researches remain a need. Unlike the techniques used in oceans or seas for that purpose, in shallow lakes, they could be softer and more adapted to their hydrodynamic and bank morphology. At the lake of Biemme in Switzerland, there is a long tradition to protect the shores from erosion using pioneer soft and biotechnical techniques like brushwood or wooden piles both used as groins or breakwaters. This system proved its reliability, but still there is no rigid and appropriate scientific basis to design these protection measures. Therefore, the goal of the ongoing research project is to study all these techniques using physical and numerical modelling in a way to establish their design criteria and construction guidelines. The physical tests results and the measurements done in-situ will be then compared to the results of the numerical model in order to calibrate that latter.

5. PARTICIPATION AUX COMMISSIONS, ASSOCIATIONS PROFESSIONNELLES ET ACADEMIQUES / PARTICIPATION IN COMMISSIONS, PROFESSIONAL AND ACADEMIC ASSOCIATIONS

Schleiss Anton

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

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

Commission de la protection contre les crues (KOHS) de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux – SWV (Président) / *Committee of Flood Protection (President)*

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

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

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

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

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

Society of Water Management and Rural Engineering - DVWK, Germany (member and delegate of the working group "Flushing and removal of sediments of reservoirs")

Commission 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)*

Lafitte Raymond

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

Comité suisse des barrages – CSB (membre d'honneur) / *Swiss Committee on Dams (Honorary member)*

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

CME Task Force on Dams (president)

Comité permanent du Grand-Prix Mondial Hassan II de l'Eau (membre)
Permanent Committee of the King Hassan II Great World Water Prize (member)

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

Société suisse des ingénieurs et architectes – SIA (membre)

Société suisse des ingénieurs nucléaires – SOSIN (membre)

Fédération Romande pour l'Energie – FRE (Président du Conseil scientifique)

Wolf John P.

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

American Society of Civil Engineers - ASCE (member)

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

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)

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) / 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)*

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 Bienne (membre) / *Association for the protection of Lake Bienne (member)*

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

6.1 Invités / Invited

Schleiss Anton

Nachhaltige Nutzung von alpinen Stauseen durch die Beherrschung der Verlandung infolge Trübestrome.

Karlsruher Vortragsreihe "Forschung und Praxis in Wasserbau und Wasserwirtschaft", Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik, Karlsruhe, Deutschland, 24. Juli 2003

Boillat Jean-Louis

Reservoir Sedimentation Management in Switzerland

Forum mondial de l'eau, Kyoto, Japan, mars 2003

Le projet Minerve

Service des routes et cours d'eau du Canton de Valais, Sion, Suisse, 10 juillet 2003

Historique du Laboratoire d'hydraulique du génie civil de l'EPFL, 1928-2003.

EPF-Lausanne, Suisse, 10 octobre 2003

Lafitte Raymond

Storage schemes for water and power, the 2003 Delhi declaration

"International Conference on Engineering of Dams and Appartenante Works including Power Houses and Transmission Systems", New Delhi, India, January 2003

Water storage for sustainable human development

"3^{ème} Forum mondial de l'eau", Kyoto, Japan, mars 2003

Hydropower for this century

"First National Conference on Hydroelectric Power Plants", Teheran, Iran, May 27/28, 2003

Energie hydroélectrique, critères de développement durable

"Contribution à la recherche en Suisse, à la résolution des problèmes de l'eau, au niveau international", Société Suisse d'hydrologie et de limnologie SSHL, Lucerne, Suisse, 12 septembre 2003

De Cesare Giovanni

Instationäre, hydraulische Abflussvorgänge in Druckleitungssystemen – Computersimulation mit "Hydraulic System"

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband, Forum Wasser Rapperswil, HSR Rapperswil, Schweiz, 31. Oktober 2003.

6.2 Autres conférences / Other conferences

André Stéphanie

Quasi-2D numerical model of aerated flow over stepped chutes

XXX IAHR Congress, Thessaloniki, Greece, August 24-29, 2003

De Cesare Giovanni

Intrusive and bottom density currents and induced vertical exchanges in a stratified lake

XXX IAHR Congress, Thessaloniki, Greece, August 24-29, 2003

Synergies between university, engineering company and public authority lecturers

XXX IAHR Congress, Thessaloniki, Greece, August 24-29, 2003

Hersberger Daniel (pour LCH)

Influence of the wall macro-roughness on the scour process in curved channels

XXX IAHR Congress, Thessaloniki, Greece, August 24-29, 2003

Manso Pedro

Protections de surface de barrages en remblai submersibles avec macro-rugosités en béton et Affouillement de massifs rocheux par des jets à haute vitesse: l'influence de la géométrie de la fosse, de l'aération et des caractéristiques des fissures

General Assembly of the Swiss Committee on Dams (SCOD), Berne, Suisse, 13 mars 2003.

Oehy Christoph (pour LCH)

Physical and numerical modelling of a turbidity current flowing through a permeable screen

XXX IAHR Congress, Thessaloniki, Greece, August 24-29, 2003

Sayah Selim

Modélisations physique et numérique des mesures de protection douces contre l'érosion des rives lacustres: Etat d'avancement

Assemblée des partenaires du groupe de recherche EROSEE, Bienne, Suisse, 5 mai 2003

The Use of Soft Shore Protection Measures in Shallow Lakes: Research Methodology and Case Study

SeeUfer 2003 / *Lake Shores 2003*, Universität Konstanz, Deutschland, 19 – 21. Juni, 2003

Using soft and biotechnical shore protection measures against bank erosion in shallow lakes

International Conference on the Impact of Global Environmental Problems on Continental & Coastal Marine Waters, Geneva-Switzerland, July 16 – 18, 2003

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

DVWK Arbeitsgruppe "Verlandung und Entlandung von Stauräumen". Universität der Bundeswehr in München, Deutschland, 24. Februar 2003

G. De Cesare

Expertenworkshop – Climat Talk Wasserkraft, Aarau, 25. Februar 2003

A. Schleiss

Forum Mondial de l'Eau, Kyoto, Japon, mars 2003

J.-L. Boillat , R. Lafitte

European Small Hydropower Association (ESHA), Executive Meeting of Thematic Network on Small Hydropower, Bruxelles, Belgique, 1. April and 26. July, 2003

E. Bollaert (27 November 2003), A. Schleiss (1st April and 26 July 2003)

Fachtagung Hochwasserschutz: Hochwasser: Erfahrungen mit Hochwassern in Wallis, Visp, 15. und 16. Mai 2003

J.-L. Boillat, E. Bollaert, F. Jordan, T. Meile, A. Schleiss

International Symposium on Shallow Flows, Delft University of Technology, The Netherlands, June 16 – 20, 2003

E. Bollaert

XXI Congress on Large Dams, International Commission on Large Dams (ICOLD), Montréal, Canada, June 16 – 20, 2003

R. Lafitte, P. Manso, A. Schleiss

Universität Karlsruhe, Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik, Deutschland, 24. Juli 2003

A. Schleiss

XXX IAHR Congress: Water engineering and research in a learning society – modern developments and traditional concepts, Thessaloniki, Greece, 24. – 29. August, 2003

S. André, E. Bollaert, G. De Cesare, D. Hersberger, Ch. Oehy, A. Schleiss,

Kostenoptimierung in der Wasserwirtschaft, 92. Hauptversammlung des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes, St. Gallen, 18. September 2003.

A. Schleiss

DVWK Arbeitsgruppe "Verlandung und Entlandung von Stauräumen".
Schlussitzung in Mainz, Deutschland, 22. September 2003

A. Schleiss

Defence of the Master diploma dissertation, Laboratory of Hydraulic and Water Resources Engineering, Oberrach (VAO), Oskar von Miller-Institut, Walchensee, Germany, 19 Decembre 2003

G. De Cesare

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

Schleiss Anton (Président du jury)

Thermal effects on the mechanical behaviour of saturated clays: an experimental and constitutive study.

Doctorant: Cane Ćekerevac (EPFL)

Schleiss Anton (Membre du jury)

Flow and transport through disperse tubular network

Doctorant: Patrick Bruines (EPFL)

Design of deep galleries in low permeable saturated porous media

Doctorant: Roland Gärber (EPFL)

Modèle intégré d'estimation des crues. Concepts et développement d'une méthode bayésienne

Doctorant: Markus Niggli (EPFL)

9. PARTICIPATION A DES COMITES DE LECTEURS ET JURY DE FONDS DE RECHERCHE / PARTICIPATION IN REVIEW COMITIES OF JOURNALS AND RESEARCH FOUNDATIONS

Journal of Hydraulic Engineering : S. André, E. Bollaert, A. Schleiss

Journal of Hydraulic Research : A. Schleiss

Limnologica, Ecology and Management
of Inland Waters : S. Sayah

Sedimentology : G. De Cesare

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

10. PUBLICATIONS

10.1 Journaux scientifiques / *Scientific journals*

10.1.1 Référés / *Refereed*

Beyer Portner N., **Schleiss A.**; *Discussion of "Modeling Two-Dimensional Erosion Process over Infiltrating Surfaces"* by Gokmen Tayfur, Journal of Hydrologic Engineering, January/February 2003, pp. 41 – 42, 2003.

André S., Boillat J.-L. ; "Désensablement d'un chenal de navigation en cul-de-sac par injection de débit d'eau", La Houille Blanche, pp. 88-94, N°4-2003

Deeks A. J., **Wolf J. P.**; *"Semi-analytical solution of Laplace's equation in non-equilibrating unbounded problems"*, Computers and Structures, Volume 81, pp. 1525 – 1537, 2003.

Bollaert E., Schleiss A.; *"Scour of rock due to the impact of plunging high velocity jets Part I: A state-of-the-art review"*, Journal of Hydraulic Research, Vol.41, pp. 451-464, , N° 5-2003.

Bollaert E., Schleiss A.; *"Scour of rock due to the impact of plunging high velocity jets Part II : Experimental results of dynamic pressures at pool bottoms and in one- and two-dimensional closed end rock joints"*, Journal of Hydraulic Research, Vol.41, pp. 465-480, N°5-2003.

Manso P., Schleiss A.; *"Reply to the discussion by H. Chanson on "Stability of concrete macro-roughness lining for overflow protection of earth embankment dams"*, Canadian Journal of Civil Engineering, Vol.30, pp. 605, 2003.

Wolf J.P., Preisig M.; *"Dynamic stiffness of foundation embedded in layered halfspace based on wave propagation in cones"*, Journal of Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 32, pp. 1075-1098, 2003.

Baziar M.H., **Nilipour N.**; *"Evaluation of liquefaction potential using neural-networks and CPT results"*, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, pp. 631-636, N° 23-2003.

10.1.2 Autres / Others

Bollaert E., Tómasson G., Gisiger J.-P., **Schleiss A.**; *"The Kárahnjúkar hydroelectric project : transient analysis of the waterways system"*, Wasser, energie, luft – eau, énergie, air, 95. Jahrgang 2003, Heft 3/4, pp. 122-124, 2003.

Oehy Ch., **Schleiss A.**; "Beherrschung von Trübeströmen in Stauseen mit Hindernissen, Gitter, Wasserstrahl- und Luftblasenschleier", Wasser, energie, luft – eau, énergie, air, 95. Jahrgang 2003, Heft 5/6, pp. 143-152, 2003.

Bodenmann M., **Meile T.**; "Hochwasserschutz im Wallis Sanierung der Gamsa im Unterlauf", Wasser, energie, luft – eau, énergie, air, 95. Jahrgang 2003, Heft 9/10, pp. 280-282, 2003.

Jordan F., Jäggi M., Nigg U.; "Modélisation physique d'un piège à graviers, le cas du Baltschiederbach", Wasser, energie, luft – eau, énergie, air, 95. Jahrgang 2003, Heft 9/10, pp. 283-290, 2003.

Boillat J.-L.; "75e anniversaire du Laboratoire d'hydraulique du genie civil de l'EPFL, 1928-2003", Wasser, energie, luft – eau, énergie, air, 95. Jahrgang 2003, Heft 11/12, pp. 375-382, 2003.

Boillat J.-L., Freimuller V.; "Rétablissement de la migration piscicole sur la Venoge", Revue scientifique de l'Ecole d'ingénieurs du Canton de Vaud - Visions, pp. 53-58, 2003.

Lafitte R.; *"International activities of IHA 2002 – 2003"* 2003 World Atlas and Industry Guide, Hydropower & Dams.

Lafitte R.; *"Six years of activity of the International hydropower association 1997 – 2003"*, Hydropower & Dams, Volume ten, Issue 5, 2003.

Lafitte R.; *"Consensus of Kyoto on the need to built dams"*, Hydropower & Dams, Volume ten, Issue 6, 2003.

10.2 Comptes rendus des congrès / *Proceedings of congresses*

10.2.1 Référés / *Referred*

Boillat J.-L., Oehy Ch., Schleiss A.; *"Reservoir Sedimentation Management in Switzerland"*, The 3rd World Water Forum, Challenges to the Sedimentation Management for Reservoir Sustainability, March 2003 pp. 143 – 158, 2003.

De Cesare G., Stainier N., Lys J.-A., **Schleiss A.;** *"Granting access to a high-level postgraduate study program in hydraulic engineering"*, Proceedings of the 2003 WFEO/ASEE e-Conference, American Society for Engineering Education, <http://www.asee.org/forums/wfeo>, Mai 2003.

André S., Manso P., Schleiss A., Boillat J.-L.; *« Hydraulic and stability criteria for the rehabilitation of appurtenant spillway structures by alternative macro-roughness concrete linings"*, Commission Internationale des Grands Barrages, Vingt et unième Congrès des Grands Barrages Montréal, Transactions Volume 2, Q.82 R.6, pp. 63-93, juillet 2003.

André S., Dewals B., Piroton M., **Schleiss A.;** *"Quasi 2D-Numerical Model of Aerated Flow over Stepped Chutes"*, Proceedings of the XXX IAHR Congress, Theme D, Thessaloniki, Greece, 24-29 August 2003, pp. 671-678, 2003.

De Cesare G., Stainier N., Vandries J.-L.;

"Synergies between University, Engineering Company and Public Authority Lecturers", Proceedings of the XXX IAHR Congress, Theme E, Thessaloniki, Greece, 24-29 August 2003, pp. 233-239, 2003.

De Cesare G., Boillat J.-L.; *"Intrusive and Bottom Density Currents and Induced Vertical Exchanges in a Stratified Lake"*, Proceedings of the XXX IAHR Congress, Theme C, Thessaloniki, Greece, 24-29 August 2003, pp. 381-388, 2003.

Hersberger D., **Schleiss A.;** *"Influence of the Wall Macro-Roughness on the Scour Process in Curved Channels"*, Proceedings of the XXX IAHR Congress, Theme C, Thessaloniki, Greece, 24-29 August 2003, pp. 333-340, 2003.

Oehy Ch., Schleiss A.; *"Physical and Numerical Modelling of a Turbidity Current Flowing Through a Permeable Screen"*, Proceedings of the XXX IAHR Congress, Theme C, Thessaloniki, Greece, 24-29 August 2003, pp. 397-404, 2003.

10.3 Communications du LCH / *Communications of LCH*

N°14 2003 **D. Hersberger**: *Wall roughness effects on flow and scouring in curved channels with gravel bed* (390 pages)

N°15 2003 **Ch. Oehy**: *Effects of obstacles and jets on reservoir sedimentation due to turbidity currents* (317 pages)

10.4 Rapports non publiés / *Unpublished reports*

N° 1 La Sionne dans la traversée de Sion, Note de calcul
CSD Sion
A. Schleiss, J.-L. Boillat, T. Meile, janvier 2003

N° 2 SNCF, Etude sur modèle physique des dispositifs dissipateurs d'énergie en hydraulique pluviale - rapport final
SNCF
A. Schleiss, J.-L. Boillat, P. Manso, janvier 2003

N° 3 Projet-PSEL Nr. 175, rapport final
PSEL
A. Schleiss, Ch. Oehy, janvier 2003

N° 4 Tunnel de base du Lötschberg, système d'évacuation des eaux d'incendie, réponse à des questions particulières
BLS - AlpTransit
A. Schleiss, J.-L. Boillat, F. Jordan, février 2003

N° 5 Erosion de la plage de Préverenges (VD) sur la rive Nord du Léman; concept de protection
SESA-Municipalité de Préverenges
A. Schleiss, J.-L. Boillat, S. Sayah, mai 2003

N° 6 Projet Minerve, modèle de gestion des crues rapport intermédiaire n°1
Etat du Valais
A. Schleiss, J.-L. Boillat, F. Jordan, J. Dubois, Y. Hamdi, juin 2003

- N° 7 Tunnel de base du Lötschberg, vérification de la capacité hydraulique du système d'évacuation des eaux d'incendie par modélisation numérique
BLS - AlpTransit
A. Schleiss, J.-L. Boillat, Ph. Heller, F. Jordan, juin 2003
- N° 8 Réhabilitation du barrage de la Maigrauge, rapport d'expertise
Groupement d'Ingénieurs Maigrauge – Fribourg
J.-L. Boillat, S. Emami, juin 2003
- N° 9 Strömungsverhalten Rückhaltebecken, numerische Simulationsberechnungen
Lonza Walliser Werke AG, Visp
A. Schleiss, J.-L. Boillat, G. De Cesare, S. Emami, juin 2002
- N° 10 Le Rhône à Rarogne, influence du nouveau chemin d'accès aux ponts NLFA
BLS - AlpTransit
A. Schleiss, J.-L. Boillat, Ph. Chèvre, juillet 2003
- N° 11 Hochwasserschutzprojekt der Gamsa in Gamsen (Brig-Glis), Hydraulische Modellversuche, Schlussbericht
Stadtgemeinde Brig-Glis
A. Schleiss, J.-L. Boillat, T. Meile, août 2003
- N° 12 Port de la commune de Founex: Construction des brise-lames à l'entrée du port, Etude numérique de l'impact sur les vagues incidentes et les courants littoraux
Societe Cooperative de Founex
A. Schleiss, J.-L. Boillat, S. Sayah, septembre 2003
- N° 13 Rapporto finale - Diga di Maccheronis, Sardegna, Italia
Consorzio di Bonifica della Sardegna Centrale - Lombardi
A. Schleiss, J.-L. Boillat, G. De Cesare, P.-Y. Pitteloud, S. Emami, octobre 2003

Edition finale Regula Grin-Schmalz
© LCH 2004



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Prof. Dr A. Schleiss
Laboratoire de constructions hydrauliques - LCH
EPFL, CH-1015 Lausanne
<http://lchwww.epfl.ch>
e-mail: secretariat.lch@epfl.ch