



Rapport d'activité ***Activity Report*** **2002**

PREFACE / FOREWORD

Année internationale de l'eau

Les activités de l'homme en relation avec l'utilisation de l'eau, ou pour la protection contre sa force dévastatrice, doivent s'inscrire dans une optique de développement durable. L'importance du défi mondial de cette gestion intégrale de l'eau est soulignée par la déclaration d'une année internationale de l'eau douce en 2003.

Par ses activités dans le domaine de la recherche, de l'enseignement et du transfert des connaissances vers la pratique, le Laboratoire de constructions hydrauliques (LCH) participe activement à ce défi en Suisse et au niveau mondiale. La description de nos nombreux projets dans ce rapport d'activité met en évidence cette volonté.

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 2002.

International Year of Water

Human activities regarding the use of water or the protection against its destroying forces have to respect the principle of sustainable development. The importance and the challenge of this integral water resources management are underlined by the declaration of an international Year of Water in 2003.

With its activities in the field of research, teaching and know-how transfer, the Laboratory of Hydraulic Constructions (LCH), by means of its personnel, actively participates at this challenge in Switzerland as well as worldwide, which is illustrated by the description of our numerous projects in the present activity report.

In the name of all the collaborators of our Laboratory, I wish to thank warmly all our partners and clients for their support during 2002.



Prof. Dr Anton Schleiss

1. Recherche / Research	1
1.1 Recherche fondamentale Fundamental research	1
1.1.1 Influence de macro-rugosités des murs de rive sur l'écoulement et l'érosion dans les méandres de rivières avec charriage / <i>Roughness effect of outside protection walls on flow and scouring in river bends</i>	1
1.1.2 Pressions dynamiques dans des fissures par jets à haute vitesse – Une approche à base physique pour l'estimation de l'affouillement / <i>Hydrodynamic pressures in rock fissures due to high velocity jets – a physically based approach for estimating scour depth</i>	7
1.1.3 Effets d'obstacles et de jets sur l'alluvionnement des retenues par courants de turbidité / <i>Effects of obstacles and jets on reservoir sedimentation due to turbidity currents</i>	10
1.1.4 Barrages submersibles – Ecoulements aérés à hautes vitesses sur macro-rugosités / <i>Overflow dams – High velocity aerated flow on steep slope over macro-roughness</i>	13
1.1.5 Digues fusibles et submersibles – Interaction d'un déversoir latéral à géométrie fixe avec le lit mobile d'un canal / <i>Fuse plugs and overflow dams – Interaction of a side weir with a fixed geometry on a movable channel bed</i>	17
1.1.6 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>	19
1.1.7 Effet des vagues sur l'érosion et efficacité de mesures de protection sur la stabilité des rives lacustres / <i>Waves effect on erosion and efficiency of soft shore protection measures in shallow lakes</i>	22
1.1.8 Effets de la rugosité et de la forme des rives sur la propagation d'intumescences dans les canaux / <i>Influence of channel bank roughness and shape on wave propagation</i>	24
1.1.9 Modèle de gestion des crues / <i>Flood management model</i>	25
1.2 Recherche appliquée (exemples sélectionnés) Applied research (selected examples)	28
1.2.1 Kelchbach – Naters: Etude du comportement morphologique du Kelchbach lors du passage de crues / <i>Analysis of the morphological behaviour of the River Kelchbach at Naters during extreme floods</i>	28
1.2.2 Dépotoir à sédiments de Baltschieder: essais sur modèle physique / <i>Sediment reservoir in Baltschieder: physical modelling</i>	31
1.2.3 Construction de brise-lames à l'entrée du port de Founex - étude de l'impact hydraulique / <i>Construction of break-waters at the entry of the port of the commune of Founex (VD - hydraulic Impact study</i>	33
1.2.4 Assainissement du bassin de compensation de Bitsch - Essais sur modèle hydraulique / <i>Compensation basin of Bitsch - Hydraulic model tests</i>	35

1.2.5	KW Innertkirchen 1: Voilement du blindage de la galerie d'amenée de la cheminée d'équilibre de Kapf / <i>KW Innertkirchen 1: Buckling of the steel liner in the pressure tunnel near the surge tank Kapf</i>	38
1.2.6	Gestion du transport solide lors de la purge annuelle du barrage de Gebidem / <i>Management of solid transport during the annual flushing of the dam Gebidem</i>	40
1.2.7	Concept de protection contre les crues de la Viège - Essais sur modèle physique / <i>New concept of flood protection in the Viège basin - physical modelling</i>	43
1.2.8	Barrage de Mattmark – Vérification de la sécurité de l'aménagement vis-à-vis de la crue extrême / <i>The Mattmark dam - Verification of security towards an extreme flood</i>	44
1.2.9	Aménagement de Spullersee - Adaptation de l'évacuateur de crue / <i>Spullersee hydraulic scheme - adjustment of the Spillway</i>	47
1.2.10	Etude sur modèles physiques de dispositifs dissipateurs d'énergie en hydraulique pluviale / <i>Physical model study of energy dissipating structures in pluvial hydraulics</i>	48
1.2.11	Tunnel du Lötschberg: étude du comportement hydraulique du système d'évacuation des eaux d'incendie / <i>Lötschberg tunnel: hydraulic behaviour of the flammable liquids evacuation system</i>	50
1.2.12	La Sionne dans la traversée de Sion / <i>The Sionne-river on its crossing of Sion</i>	52
1.2.13	Le Rhône à l'amont du Léman - Modélisation hydraulique numérique HEC-RAS et base de données ArcView / <i>The Rhone River upstream of Lake Geneva - HEC-RAS numerical model and ArcView database</i>	54
1.2.14	Influence des nouveaux ponts ferroviaires sur le Rhône à Rarogne / <i>Influence of the new railway bridges on the Rhone River in Rarogne</i>	56
1.2.15	Aménagement hydroélectrique sur l'Avançon à Bex / <i>Hydroelectric installation on the Avançon-river in Bex</i>	58
2.	Enseignement / Teaching	60
2.1	<i>Cycle postgrade en aménagements hydrauliques Postgraduate studies in hydraulic schemes (2001 - 2003)</i>	60
2.2	<i>Cours à l'EPFL donnés par les collaborateurs du LCH Courses at EPFL given by LCH staff</i>	63
2.2.1	Cours de 2 ^{ème} cycle en génie civil / <i>Graduate courses in Civil Engineering</i>	63
2.2.2	Cours de 2 ^{ème} cycle en génie rural / <i>Graduate courses in Rural Engineering</i>	64
2.2.3	Cycle postgrade en aménagements hydrauliques / <i>Postgraduate course in hydraulic schemes</i>	64
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>	66

2.3	<i>Cours hors EPFL Courses outside EPFL</i>	66
2.4	<i>Projets et laboratoires du 2^{ème} cycle en génie civil – semestres d'hiver 2001/2002 et d'été 2002 Graduate student projects and laboratory work in Civil Engineering – winter semester 2001/2002 and summer semester 2002</i>	66
2.5	<i>Travaux pratiques de diplôme - octobre 2001 à mars 2002 Diploma thesis works – October 2001 to March 2002</i>	68
2.6	<i>Excursions d'étudiants Student excursions</i>	70
2.7	<i>Livres Textbooks</i>	70
2.8	<i>Polycopiés Student course books</i>	71
3.	Manifestations scientifiques / Scientific events	73
3.1	<i>3rd International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering</i>	73
3.2	<i>Conférence-atelier international sur l'affouillement de massifs rocheux par des jets plongeants à haute vitesse International Workshop on Rock Scour due to falling high-velocity jets</i>	76
3.3	<i>Conférences publiques au LCH Public conferences at LCH</i>	80
3.4	<i>Conférences internes au LCH Home conferences at LCH</i>	81
3.5	<i>Participation aux comités d'organisation Member of organising committees</i>	81
4.	Personnel Staff	83
4.1	<i>Organisation du LCH Organisation of LCH</i>	83
4.2	<i>Collaborateurs en 2002 Staff in 2002</i>	84
4.3	<i>Professeurs invités et hôtes académiques Visiting professors and academic visitors</i>	85
4.4	<i>Nouvelle entreprise créée par un collaborateur du LCH Start-up created by LCH staff</i>	86
4.5	<i>Événements spéciaux Special events</i>	87
4.5.1	<i>Visite d'une délégation de l'Université Technique de Dresden / Visite of a delegation of the Dresden University of Technology</i>	87
4.5.2	<i>Visite d'une délégation du Japan Water Resources Environment Technology Center / Visit of a delegation of the Japan Water Resources Environment Technology Center</i>	87

4.5.3	Visite de la table ronde européenne de formation d'entrepreneurs pour ingénieurs / <i>Visit of the European Roundtable on the Entrepreneurship Education for Engineers</i>	88
4.5.4	Passeport vacances / " <i>Holiday passport</i> "	88
5.	Participation aux commissions, associations professionnelles et académiques / <i>Participation in commissions, professional and academic associations</i>	89
6.	Conférences données par les collaborateurs du LCH / <i>Conferences presented by LCH staff</i>	92
6.1	<i>Invités Invited</i>	92
6.2	<i>Autres conférences Other conferences</i>	93
7.	Participation aux congrès et visites des instituts de recherche / <i>Participation in congresses and visits of research institutes</i>	96
8.	Participation au jury de thèses de doctorat / <i>Participation in doctoral thesis jury</i>	98
9.	Publications	99
9.1	<i>Journaux scientifiques Scientific journals</i>	99
9.1.1	<i>Référés / Referred</i>	99
9.1.2	<i>Autres / Others</i>	100
9.2	<i>Comptes rendus des congrès Proceedings of congresses</i>	100
9.2.1	<i>Référés / Referred</i>	100
9.2.2	<i>Autres / Others</i>	103
9.3	<i>Communications du LCH Communications of LCH</i>	103
9.4	<i>Rapports non publiés Unpublished reports</i>	103

1. RECHERCHE / RESEARCH

1.1 Recherche fondamentale *Fundamental research*

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

Dans les vallées étroites des Alpes, des rivières traversent fréquemment des zones construites. En raison des surfaces limitées, la sécurité contre les crues est souvent assurée par des murs de protection. Pendant les crues, ces murs peuvent être mis en danger par l'érosion, plus particulièrement s'ils se situent en courbe. Dans le passé, cette menace a été contrecarrée par une profondeur de fondation suffisante.

La présence de macro-rugosités sur les rives extérieures des méandres dans les rivières de montagne permet de réduire fortement la profondeur d'érosion et ainsi le coût des fondations. Ce phénomène a déjà pu être observé sur des modèles réduits reproduisant des murs de rive nervurés. La revue bibliographique montre qu'il n'existe à ce jour pas d'étude systématique de l'influence de ces nervures sur l'érosion et l'écoulement en courbe. La présente recherche comble cette lacune par l'étude du développement de l'érosion en fonction des paramètres hydrauliques et géométriques principaux.

L'étude se base sur des expériences effectuées dans une courbe à 90° avec un rayon à l'axe de 6 m, dans lequel les paramètres suivants ont été mesurés: le champ de vitesse, les niveaux d'eau, la topographie du lit, les caractéristiques des sédiments, la distribution

In the narrow valleys in Alpine regions, rivers frequently flow across constructed zones, passing through villages and cities. Due to limited space, the protection from high floods often needs to be ensured by protection walls. During floods, these protection walls may be endangered by scour phenomena, especially if they are located in bends. In the past, the potential danger of under-scoured structures was reduced by sufficient foundation depth.

By providing roughness elements, such as vertical ribs, at the surface of walls located at the outer side of river bends, the local erosion along the foot of the wall can be significantly decreased, reducing the cost of wall foundations. Such observations were made during the review and optimization of several flood protection projects with hydraulic model tests in Switzerland. A literature review showed that no systematic study of the influence of these ribs on scour and flow in bends was performed yet. This research project covers this gap by investigating the development of the scour as a function of main parameters.

The study is based on an experimental investigation in a 90° bend with a radius of 6 m including measurements of the velocities, the water level, the

granulométrique de la couche de pavage, les débits liquides et de charriage. Les essais couvrent une large gamme de débits, de pentes longitudinales à des nombres de Froude proche de 1, mais toujours en régime fluvial, ainsi que de nombreux espacements et profondeurs de nervures. La formation de deux fosses d'érosion a pu être observée. Sans macro-rugosité, une première fosse apparaît dans le prolongement du mur de rive intérieur, à l'intersection avec le mur extérieur; une deuxième fosse se forme à la sortie du virage.

bed topography, the sediment characteristics, the grain size distribution of the armoring layer, the discharge and the bed load. The large set of tests covers a wide range of discharges, bed slopes, high Froude numbers (in subcritical regimes), rib spacings and depths. The formation of two scour holes was observed. Without macro roughness, a first scour hole occurs in the prolongation of the inner sidewall of the entry reach at the outer wall. A second scour hole appears at the end of the 90° bend

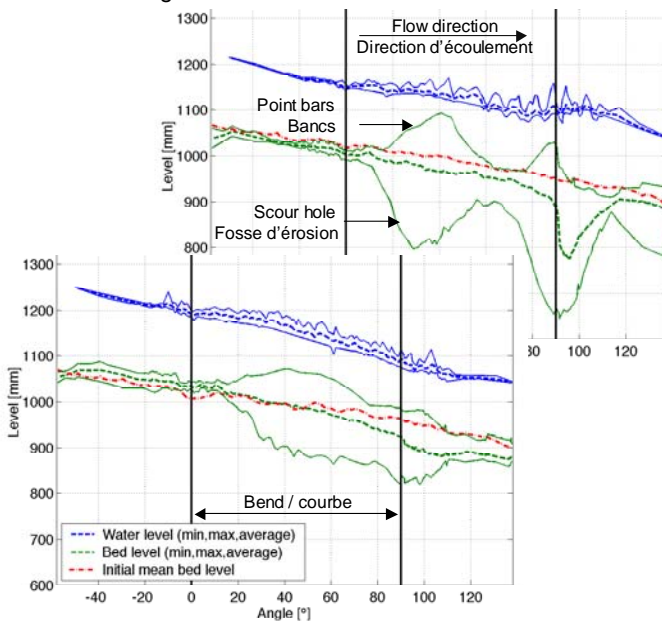


Figure 1: Niveau d'eau et du lit après un essai sans (en haut) et avec (en bas) macro-rugosité / Average water and bed levels after a test run without (top) and with (bottom) macro-roughness

L'analyse des tests effectués aboutit aux conclusions suivantes:

- La plupart des équations d'érosion existantes sous-estiment la pro-

The analysis of the performed tests results in the following conclusions:

- *Most existing scour formulae considerably underestimate the*

fondeur d'érosion de manière significative pour des rivières de montagne avec un lit grossier.

- Des oscillations importantes de la surface libre (ondes stationnaires) et de la profondeur d'érosion ont été observées, particulièrement au droit de la deuxième fosse d'érosion.
- Les deux fosses résultent de phénomènes différents. La première est due au changement de la direction principale de l'écoulement (impact sur la paroi) et du courant secondaire qui en résulte. La deuxième est essentiellement due à l'accroissement des fluctuations de vitesse derrière le banc de gravier qui se forme sur la rive intérieure du canal.
- Dans le champ de vitesse en courbe, les vitesses les plus élevées se déplacent de la surface libre au centre du canal vers le mur extérieur où elles plongent vers le fond. Dans la première fosse d'érosion, les vitesses tangentielles sont les plus importantes à proximité du fond.
- Un tri granulométrique important peut être observé dans le profil en travers dû à l'utilisation d'une granulométrie étendue avec des gros graviers: les grosses particules s'accumulent vers la paroi extérieure et les fines sur le banc de la rive intérieure.

scour depth in mountain rivers with coarse gravel bed.

- *Significant oscillations, of both the free water surface (stationary waves) and the scour depth were observed, especially for the second scour hole.*
- *The two scour holes have different origins. The first one is essentially due to the change of the main flow direction (impact on the wall) and the induced secondary current, whereas the second one is mainly due to increased velocity fluctuations downstream of the point bar formed at the inner side of the channel.*
- *In the average flow field in a bend, the highest mean velocities are shifted from the centerline close to the surface towards the outer wall and then towards the bottom. At the first scour, the highest mean velocities are found next to the bed level.*
- *A significant grain sorting process is observed over the cross-section due to the use of coarse gravel mixture, resulting in the accumulation of coarse sediments at the outer wall and depositions of fine material on the inner bank.*

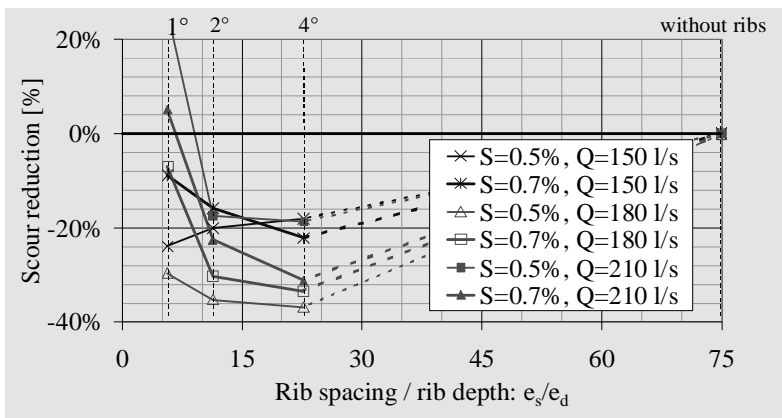


Figure 2: Réduction de la profondeur d'érosion max. en fonction du rapport espacement / profondeur des nervures / Reduction of the maximum scour depth as a function of the rib spacing to rib depth ratio

En disposant des nervures verticales sur le mur de rive extérieur, une influence significative sur le processus d'érosion et sur l'écoulement peut être observée. La macro-roughité a les effets suivants:

- La profondeur d'érosion le long du mur de rive extérieur est réduite de manière significative et les fosses d'érosion sont considérablement atténuées (Fig. 1 et 2).
- En augmentant la rugosité du mur de rive, la première fosse d'érosion se déplace vers l'aval, tandis que la deuxième reste à peu près au même endroit.
- Les oscillations considérables de la surface libre et de la profondeur d'érosion, observées sans les nervures, sont réduites de 50% environ et l'érosion se développe d'une manière plus douce (Fig. 1).
- Le champ de vitesse subit des modifications importantes: les vitesses les plus élevées sont

By applying vertical ribs on the outer sidewall, an important impact on the scour process and on the flow field can be observed. The macro-roughness has the following effects:

- *The scour depth along the outer sidewall is significantly reduced and the prominent scours almost disappear (Fig. 1 and 2).*
- *With increasing wall roughness, the first scour hole shifts in the downstream direction whereas the second one remains at about the same position.*
- *Significant oscillations of the water surface and the scour depth, observed without macro-roughness, are reduced by about 50% and the scour develops in a "smoother" way (Fig. 1).*
- *The flow field undergoes a pronounced modification: the highest velocities are kept away from the outer sidewall, reducing the scour at the bottom of the*

éloignées du mur extérieur, ce qui réduit l'érosion au pied de fondation de murs de protection.

- Le long du mur de rive extérieur, une cellule secondaire peut être observée près de la surface libre. Sa taille montre une corrélation significative avec la réduction de l'érosion (Fig. 2).
- Un espacement des nervures optimal est primordial car une distance entre nervures non adaptée peut conduire à une augmentation de l'érosion (Fig. 2).
- La capacité de transport en courbe est réduite. Dans des rivières naturelles, ce phénomène est compensé par une augmentation de la pente longitudinale.
- Les extrémités amont et aval du virage sont également influencées par les nervures: à l'amont, la hauteur d'eau augmente due aux pertes de charge en courbe et à l'aval une érosion supplémentaire se développe à l'axe du canal.
- Le tri granulométrique n'est pas influencé de manière significative. Seule la surface sur laquelle les gros graviers s'accumulent augmente.

outer wall foundations.

- *Along the outer wall at the free surface, a secondary flow cell at the outer bank can be observed. The importance of this cell shows an important correlation with the bank protection effect (Fig. 3).*
- *Optimum rib spacing is essential since inappropriate spacing may lead to an important increase in scour depth (Fig. 2).*
- *The transport capacity in the bend is reduced. In natural rivers, this phenomenon is compensated by a steepening of the bed slope.*
- *The upstream and downstream extremities of the bend are influenced by the ribs: upstream of the bend, the water depth increases due to the head losses in the bend, and downstream, some additional erosion is found in the center of the channel.*
- *The grain sorting process is not significantly influenced by the presence of the ribs beside an increase of the area of the coarse sediment zone.*

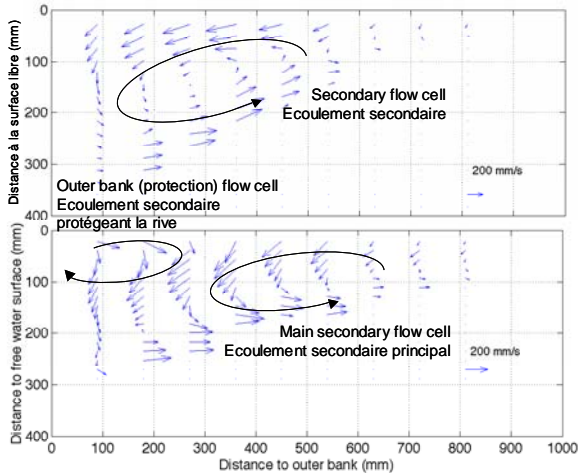


Figure 3: Ecoulement secondaire dans un profil en travers (1^{ère} fosse d'érosion) pour un essai sans (en haut) et avec (en bas) macro-rugosité / Secondary flow field in the 1st scour cross section for a test without (top) and with (bottom) macro-roughness

Hormis ces observations, le rapport présente une nouvelle équation d'érosion empirique, basée sur des paramètres physiques, pour l'estimation de la profondeur d'érosion maximale dans des rivières de montagne à granulométrie étendue. Ces paramètres sont la hauteur d'eau moyenne rapportée à la largeur du canal, un paramètre combinant la vitesse moyenne de l'écoulement au rayon hydraulique et finalement l'angle de frottement des sédiments composant le lit. La topographie du profil en travers à l'endroit de l'érosion maximale peut être approchée par la même équation.

L'estimation de la réduction de l'érosion due à la présence de la macro-rugosité peut être obtenue à l'aide d'une relation faisant intervenir l'espacement entre les nervures, le rayon hydraulique, le nombre de Froude et la différence entre la tension de frottement adimension-

This report furthermore presents a new empirical scour formula for the estimation of the maximum scour depth for mountain rivers with wide grain size distribution, established with physically based parameters, which are the ratio of mean water depth to channel width, a dimensionless ratio combining the mean velocity with the hydraulic radius and finally the friction angle of the bed material. The lateral bed profile in the maximum scour cross section can also be computed with this equation.

An estimation of the maximum scour depth in the presence of macro-roughness on the outer wall can be obtained with a formula depending on the rib spacing, the hydraulic radius, the Froude number and the difference between the dimensionless shear stress and the critical Shields

nelle effective (paramètre de Shields) et sa valeur critique.

Finalement des recommandations pour les ingénieurs praticiens sont données afin de faciliter la mise en place de nervures sur des murs de rive, comme éléments de macro-rugosité.

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

Dr Daniel Hersberger

parameter.

Finally, practical recommendations are given to facilitate the application of vertical ribs on outer banks serving as macro-roughness.

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

Dr. Daniel Hersberger

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

Les jets d'eau à haute vitesse qui apparaissent à l'aval d'évacuateurs de crue des barrages sont capables de générer un affouillement local du massif rocheux. La prédiction de cet affouillement est nécessaire pour garantir la sécurité du pied de l'ouvrage. Les fosses d'affouillement sont souvent décrites par des formules empiriques. Ces formules ne tiennent pas compte de tous les phénomènes physiques concernés. Surtout, les caractéristiques des ondes de pression sont inconnues.

L'objectif principal est de combler cette lacune par une investigation des pressions transitoires. Une analyse théorique a permis de construire une installation expérimentale à échelle prototype. Les pressions d'eau dans les fissures du rocher sont caractérisées par la propagation d'ondes de pression. Ces ondes se sont révélées de caractère transitoire et cyclique. Ceci peut être décrit par deux lois physiques : la loi des gaz idéaux et

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

The main purpose of the research is to close up this gap by investigating transient water pressures in rock joints due to high-velocity jet impact. An experimental facility was built at prototype scale. The water pressures were governed by propagation, superposition and reflection of pressure waves. These waves revealed a transient behaviour, defined by the presence of free air. Two physical laws

la loi d'Henry.

Les pressions transitoires ont été mesurées dans quatre fissures à extrémité fermée et une fissure à extrémité ouverte. Les pressions dans la fissure en forme de I sont caractérisées par une alternance de pics et de creux de pression. La fréquence de cette alternance est dictée par la quantité d'air. Des pics de pression atteignant jusqu'à plusieurs fois l'énergie cinétique du jet à l'impact ($= V^2/2g$) ont été mesurés. Ceci révèle la présence de phénomènes à caractère de résonance. Des quantités d'air entre 0.5 et 10 % ont conduit à des célérités d'onde entre 50 et 250 m/s. Les pics de pression diminuent à partir de concentrations d'air supérieur à 10 %, due à un effet amortisseur de l'air. Ceci a été confirmé par des mesures de pression dans une fissure 2D à extrémité fermée. La quantité d'air importante, ainsi que les effets de diffusion 2D, évitent la formation des pics de pression. Finalement, une fissure à extrémité ouverte, en forme de D, est alimentée par le jet, à partir des deux extrémités simultanément. Une telle fissure représente un bloc de rocher en deux dimensions. Des pressions de soulèvement nettement supérieures à toutes les valeurs généralement admises dans la littérature ont été observées.

Le caractère cyclique des pressions conduit à une application de la sollicitation hydrodynamique à des critères de rupture par traction du rocher, comme par exemple l'approche de la mécanique de la fracturation élastique linéaire. Pour la pratique, trois paramètres sont importants: la pression maximum à l'extrémité fermée de la fissure et l'amplitude et la fréquence des cycles de pression.

describe this: the ideal gas law and Henry's law.

The former expresses the change in volume of a free air bubble as a function of pressure. The latter describes the quantity of air that is released from the liquid or dissolved in the liquid due to a change in pressure. The transient pressures in an I-shaped rock joint are characterized by a continuous change between peak pressures and near-atmospheric pressures. Peak pressures up to several times the kinetic energy head have been measured. Free air contents were between 0.5 % and 10 %, corresponding to wave celerities ranging from 50 to 250 m/s. The values of the peak pressures were found to decrease at air concentrations higher than 10 %. This is due to the dampening effect of the air. This was confirmed by measurements inside a 2D closed-end joint. Both the amount of free air and 2D diffusion effects excluded the appearance of peak pressures. Finally, an open-end rock joint has been investigated. Net uplift pressures were significantly higher than any previous assumptions in literature.

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



Figure 1: Ecoulement à travers 6 des 8 évacuateurs de crue munis de vannes du barrage de Cabora-Bassa / Discharge through 6 of the 8 orifice spillways at Cabora-Bassa dam, Mozambique

La mécanique des fractures postule qu'une fissure se propage quand l'intensité des contraintes à son extrémité fermée dépasse une valeur critique, appelée la résistance à la fracturation. L'intensité des contraintes est définie par les pressions dans la fissure et par la géométrie de la fissure et de ses environs. La résistance à la fracturation est une propriété intrinsèque qui dépend des contraintes in-situ. Elle est déterminée à partir de la résistance à la traction ou à la compression du rocher. Deux types de rupture sont distingués : instantané et progressif. Le premier se fait quand l'intensité des contraintes est supérieure ou égale à la résistance à la traction. Le deuxième correspond à une intensité des contraintes inférieure à cette même résistance et est assimilé au caractère cyclique de la sollicitation hydrodynamique. Ainsi, des lois théoriques de fatigue ont été développées à partir de données issues de la littérature. Les ruptures instantanée et progressive sont décrites dans un modèle de Fracturation Mécanique Compréhensive (FMC). Pour un massif rocheux complètement fissuré, la

The cyclic behaviour of the pressures made it interesting to apply the hydrodynamic loading to tensile failure criteria of rock, such as the linear elastic fracture mechanics approach. In practice, three parameters are of interest: the maximum pressure at the joint end and the amplitude and the frequency of the cycling loading. Fracture mechanics states that a crack will propagate if the stress intensity at the tip exceeds a critical value, called the fracture toughness. The stress intensity is defined by the water pressures inside the joint and by the geometry of the joint and its surroundings. The fracture toughness of the rock mass is a material property, but also depends on the in-situ stresses. It can be derived from the tensile strength or the unconfined compressive strength. Two types of failure are distinguished: brittle and subcritical. The former happens when the stress intensity exceeds the fracture toughness. The latter occurs when the stress intensity is less than the fracture toughness. The cyclic behavior of the hydrodynamic loading is convenient for this type of crack

rupture s'exprime par l'éjection dynamique d'un bloc de rocher représentatif du massif. Ce processus est décrit dans le modèle d'Impulsion Dynamique (ID).

Un nouveau modèle pour l'évaluation de la profondeur ultime d'affouillement du rocher est proposé. Le modèle représente de manière compréhensive la fracturation de fissures et l'éjection dynamique de blocs. Il consiste notamment en les modules suivants : 1) le jet plongeant ; 2) la fosse; 3) le massif rocheux. Les paramètres physiques ont été décrits tels qu'un ingénieur de la pratique peut facilement les manipuler.

Le modèle a prioritairement été appliqué à un massif rocheux fictif. Cela a permis de définir la méthodologie et de dégager les paramètres d'importance. Le cas bien connu de la fosse d'affouillement du barrage de Cabora-Bassa a été utilisé comme premier calage des paramètres.

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

Dr Erik Bollaert

growth. Theoretical fatigue laws have been derived from literature data. Brittle and subcritical break-up are described in a Comprehensive Fracture Mechanics (CFM) model. For completely jointed rock, failure is obtained by dynamic uplift of a representative rock block. This process is defined in a Dynamic Impulsion (DI) model.

A new model for ultimate scour depth evaluation is proposed. The model represents a comprehensive assessment of two physical processes: hydrodynamic fracturing of closed-end rock joints and dynamic uplift of rock blocks. The model consists of three modules: 1) module for the falling jet, 2) module for the plunge pool, 3) module for the rock mass.

The model has been applied to a fictitious rock. This highlights the methodology and the major parameters of interest. Also, the well-known case of rock scour at the Cabora-Bassa dam in Mozambique is used as a first calibration of the model parameters.

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

Dr. Erik Bollaert

1.1.3 Effets d'obstacles et de jets sur l'alluvionnement des retenues par courants de turbidité / Effects of obstacles and jets on reservoir sedimentation due to turbidity currents

L'alluvionnement est un thème d'importance majeure dans de nombreuses retenues alpines. Il est souvent associé au processus de transport sédimentaire par courants de turbidité. Ces courants, à hautes concentrations de sédiments en suspension, suivent le fond du lac jusqu'aux zones les plus profondes,

Reservoir sedimentation is a subject of major importance in many Alpine reservoirs and is often related to the phenomenon of sediment transport by means of turbidity currents. These density currents with a high suspended-sediment concentration follow the thalweg of the lake to the deepest area, normally near the dam,

situées habituellement à proximité du barrage, où ils se déposent. Ils peuvent ainsi recouvrir la vidange de fond, perturber l'exploitation de la prise d'eau usinière et réduire la capacité de stockage de la retenue. Afin de contrôler l'alluvionnement à l'intérieur d'une retenue, les effets d'un obstacle, d'une grille, de jets d'eau, et d'un écran d'air ont été étudiés par expérimentation physique et simulation numérique.

Les études expérimentales ont été effectuées dans un canal de 7.1 m de long, 27.2 cm de large et 90.0 cm de haut (voir Fig. 1). Les configurations testées concernent un courant de turbidité passant

- par dessus un obstacle;
- à travers deux types de grilles verticales en géotextiles;
- au travers de jets verticaux sortant d'un diffuseur multi-ports;
- au travers de jets inclinés à 45° sortant d'un diffuseur multi-ports; et
- à travers un écran d'air.

where the sediments settle down. They can cover the bottom outlet, affect the operation of the power intake and reduce the storage capacity of the reservoir. To control the sedimentation within the reservoir, the effects of obstacles, screens, water jets and bubble curtains on the turbidity current were investigated with physical experiments and numerical simulations.

The experimental investigations were carried out in a flume of 7.1 m long, 27.2 cm wide and 90.0 cm high (see Fig. 1). The tested measures consisted of a continuously-fed turbidity current, flowing

- over an obstacle;
- through two types of vertical screens made of different geotextiles;
- across vertical jets issuing from a multiport diffuser;
- item across inclined jets issuing from a multiport diffuser at 45° upstream; and
- across a bubble curtain.



Figure 1: Expérience d'un courant de turbidité passant à travers une grille verticale / *Experiment of turbidity current flowing through a vertical screen*

Pour chaque série d'essais, des expériences sur fond horizontal et incliné à 4.64% ont été faites. Pour mesurer les dépôts, un appareil original, basé sur la mesure de la résistance électrique de la couche de sédiments déposés, a été développé. Cette méthode de mesure a permis de suivre l'évolution temporelle et spatiale des dépôts avec une précision de l'ordre de 0.15 mm. De plus, des mesures de profils verticaux de vitesse par ultrasons (Ultrasonic Velocity Profiler -- UVP) ainsi que de la vitesse du front du courant de turbidité par traitement d'enregistrement digital ont été réalisées.

Pour étudier les effets d'un obstacle, d'une grille et d'un jet d'eau de manière plus approfondie, un modèle numérique tri-dimensionnel basé sur le programme CFX-4.4 a été développé. Des routines ont été implémentées pour tenir compte de la sédimentation des particules, de leur érosion et déposition sur le fond, du transport fractionnel des sédiments, ainsi que de l'effet de la stratification dans le modèle de turbulence. Les simulations numériques ont été comparées avec les essais expérimentaux et l'efficacité des différentes configurations a été déterminée (voir Fig. 2).

Sur la base des essais physiques et des simulations numériques, des règles de première approximation ont été définies dans le but de concrétiser les possibilités d'application des différentes mesures étudiées.

For each series, experiments on horizontal and inclined slopes of 4.64% were done. To measure the deposits a new device, based on the electrical resistance measurement of the deposited sediment layer, was developed. This method allowed measuring of the spatial and temporal evolution of the deposits with an accuracy in the order of 0.15 mm. Furthermore, vertical velocity profiles were measured with an ultrasonic velocity profiler (UVP), and the front velocities were determined from video recordings.

To further investigate the effects of obstacles, screens, and water jets, a three-dimensional numerical model, based on the flow solver CFX-4.4, was developed. In this program, interfaces were added to take into account the settling of the sediments, their erosion and sedimentation at the bed, the fractional suspended-sediment transport and the effect of stratification in the turbulence model. The numerical simulations were compared with good agreement to the physical experiments and the blocking efficiency of the different configurations was computed. (see Fig. 2)

From the physical experiments and numerical simulations, some recommendations, given as rules of thumb, were determined to propose possible applications of the investigated measures to control reservoir sedimentation due to turbidity currents.

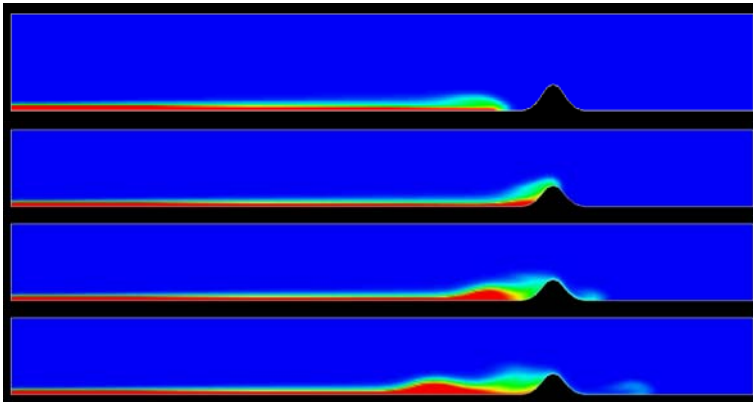


Figure 2. Simulation numérique d'un courant de turbidité passant par dessus un obstacle / *Numerical simulation of turbidity current flowing over an obstacle*

Comme étude de cas, l'influence de digues submergées sur le courant de turbidité dans la géométrie tridimensionnelle de la retenue de Grimsel a été évaluée. Les résultats ont montré que, sous l'effet de la digue, les sédiments pouvaient être retenus, évitant ainsi que des dépôts ne se forment à proximité de la vidange de fond et de la prise d'eau.

Recherche financée par le Fonds pour projets et études de l'économie électrique (PSEL N° 175) avec le soutien du Comité suisse des barrages.

Dr Christoph Oehy

In a case study in Lake Grimsel, the possibility of influencing the turbidity current with submerged dams was evaluated with the numerical model. The results showed, that due to the blocking effect of the dam, the sediments can efficiently be retained and sediment deposits in the area of the intake and bottom outlet structures can be prevented.

Research financed by the Fund for Projects and Studies of the Electricity Sector (PSEL No 175), and supported by the Swiss Committee on Dams (SwissCod).

Dr. Christoph Oehy

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

Etant donné le grand nombre de barrages en remblai susceptibles de déverser en situation de crue, le contrôle de l'énergie de l'écoulement sur le parement aval est un véritable

Since a great number of embankment dams may experience overtopping during a flood event, energy control of the high velocity flow over downstream slope is an important challenge for the

challenge pour l'ingénieur. Dissiper l'énergie de l'écoulement le long du coursier permet en effet, non seulement de réduire l'érosion de surface mais aussi, de limiter les dommages en pied de chute. Pour ce faire, une solution efficace consiste à fixer des éléments de macro-rugosité le long du coursier. Cependant, étant donné la complexité de l'écoulement (très turbulent et bi-phasique), une méthode précise et réaliste pour estimer l'énergie résiduelle en pied de chute et pour dimensionner le système de macro-rugosités est toujours manquante.

Le but de la recherche est de fournir une loi générale de perte de charge pour les écoulements turbulents aérés et de définir un système optimal de macro-rugosités. Pour ce faire, le comportement de l'écoulement doit être mieux défini, notamment quelle portion de l'écoulement participe effectivement au processus de dissipation d'énergie et les sources dominantes de perte de charge.

Dans cette perspective, la phase expérimentale du projet consiste à mesurer, dans un canal à forte pente, les caractéristiques de l'écoulement (concentration en air, vitesse de l'écoulement, structures turbulentes) et les contraintes sur les éléments de macro-rugosités, avec une double-sonde optique et des micro-capteurs de pression. Les mesures permettent de déterminer les coefficients de frottement et de traînée ainsi que l'énergie dissipée pour 2 pentes classiques d'ouvrages en remblai (30° et 18°), une gamme de débit allant jusqu'à 0.3 m²/s et plusieurs types de macro-rugosités (représentés en Fig. 1).

Les résultats en cours montrent que,

engineer. Dissipation of flow energy along the slope permits not only to reduce the erosion but also to reduce significantly the damage at the toe. An efficient solution consists in fixing macro-roughness elements along the slope. However, because of the complexity of the flow (high turbulence and two-phase structure), accurate approaches to estimate the residual energy at the toe and to design the macro-roughness system are still lacking.

The aim of the research is to define a general head loss law for turbulent aerated flows and to optimise the macro-roughness system. In fact, a more realistic approach strongly depends on an accurate definition of the flow. In particular, the portion of the aerated flow that is effectively involved in the energy dissipation process and the dominant sources of head losses should be assessed.

In this perspective, the experimental phase of the research project consists of measuring the characteristics of the flow (air concentration, flow velocity, turbulent structures) and the stress on the macro-roughness elements. This is performed with a double-optical probe and micro-piezoresistive pressure sensors in a steep flume. The measurements permit to estimate friction and drag coefficients, as well as dissipated energy, for two classical slopes of embankment dams (30° and 18°). The scaled discharge extends up to 0.3 m²/s. Several macro-roughness systems have been tested and compared. They are represented in Fig. 1.

The results show that for skimming flow (the most observed over stepped dams, Fig. 2), mainly the flow layer with less than 70% of air in average contributes

pour le régime en mousse (le plus observé sur les barrages en escalier, Fig. 2), seule la couche de l'écoulement qui contient en moyenne moins de 70% d'air contribue au mécanisme de dissipation. De plus, les pertes de charge sont principalement dues au frottement sur le fond des vortex de recirculation piégés dans les marches et aux effets de forme dus au jet transversal à l'arrêt des macro-rugosités et à la zone de séparation jet/vortex (Fig. 2).

to the dissipation mechanism. Moreover, head losses are principally due to bottom friction of the recirculating vortices trapped in the steps, and to form effects of the traversal jet at the macro-roughness edge and of the separation zone between jet and vortex (Fig. 2).

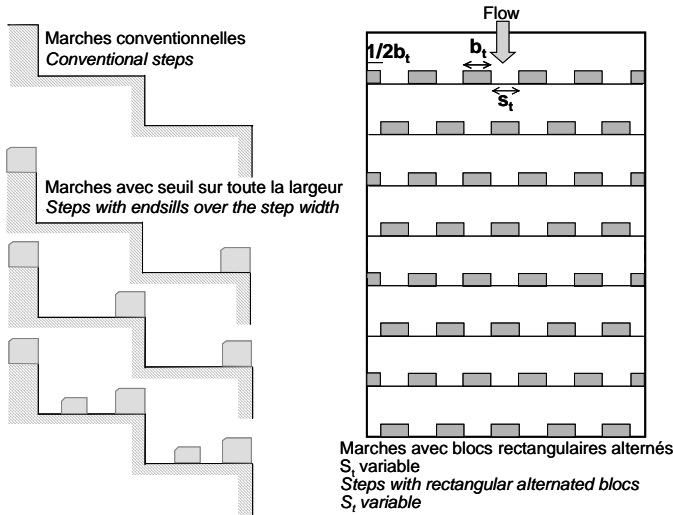


Figure 1 : Systèmes de macro-rugosités testés / Tested macro-roughness systems

En parallèle, ces caractéristiques de l'écoulement sont prises en compte dans un modèle numérique simple quasi-3D développé à l'université de Liège en Belgique. Cette approche numérique permet de définir une description "mathématique" réaliste des écoulements aérés sur macro-rugosités et ainsi de fournir un comportement hydraulique plus général. Les résultats en cours ont permis d'obtenir une surface libre oscillante proche des

These flow characteristics are simulated by a quasi-3D numerical model developed in collaboration with the University of Liege, Belgium. This numerical approach mathematically describes aerated flow over macro-roughness and provides a more general hydraulic behaviour of overflows. The first results show an oscillated free flowsurface in agreement with the experimental observations, as well as realistic air

observations expérimentales ainsi que des valeurs de concentration en air et de vitesses d'écoulement réalistes.

Ces deux approches conduiront au dimensionnement d'un système de macro-rugosités de surface optimal dans le but de protéger les ouvrages déversants.

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

Doctorante : Stéphanie André

concentration and velocity values.

These two approaches will optimise the design of a surface macro-roughness system for protection of overtopped dams.

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

Ph.D. student : Stéphanie André

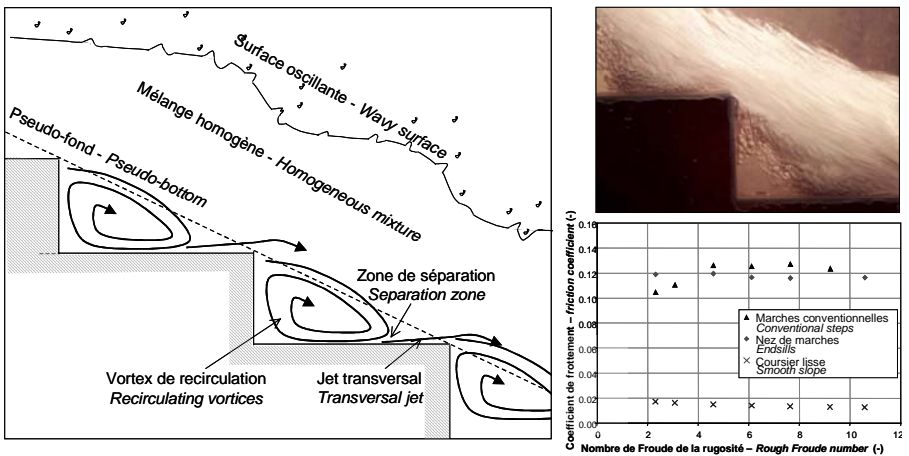


Figure 2: Description de l'écoulement en mousse sur marches conventionnelles
Description of skimming flow over conventional steps

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

L'étude de l'influence d'un déversoir latéral sur le transport solide dans une rivière fait partie du projet Difuse relatif aux digues fusibles et submersibles, dont le LCH assure la coordination. Le projet se propose de développer les bases de dimensionnement des ouvrages précités en traitant l'ensemble des problèmes hydrauliques concernés. Les partenaires du projet sont : l'Office fédéral des eaux et de la géologie, le Service des routes et cours d'eau du canton de Valais, l'Établissement d'assurances des Bâtiments du canton de Fribourg, Hydronat SA à Vétroz, l'École d'Ingénieurs du canton de Fribourg, l'École d'Ingénieurs du canton de Vaud, l'École d'Ingénieurs du canton de Genève.

La perte d'une partie du débit transitant dans un cours d'eau lors d'un débordement de digue ou de l'ouverture d'une brèche dans celle-ci a pour effet de réduire la capacité de transport par charriage. Il en résulte la formation locale de dépôts sédimentaires qui provoquent une surélévation de la ligne d'eau et l'accroissement du déversement latéral. Ce processus itératif peut se révéler très dangereux, raison pour laquelle il se doit d'être maîtrisé.

Une grande partie de l'année 2002 a été employée à la construction et à la mise en service de l'installation expérimentale. Les appareils de mesure ont été installés, étalonnés et testés afin d'optimiser la procédure d'acquisition. Une première série d'essais a été réalisée avec sept différentes confi-

The Difuse project, of which LCH is the coordinator, studies the effect of a side weir on solid transport in a river and focuses on fuse plugs and overflow dams. The objective is to develop the design-guidelines for such works, by considering all the coupled hydraulic and sediment transport problems. The partners of the project are : l'Office Fédéral des Eaux et de la Géologie, le Service des Routes et Cours d'Eau du canton de Valais, l'Établissement d'assurances des Bâtiments du canton de Fribourg, Hydronat SA à Vétroz, l'École d'Ingénieurs du canton Fribourg, l'École d'Ingénieurs du canton Vaud, l'École d'Ingénieurs du canton Genève.

Discharge reduction in a river, due to lateral outflow over a dike or through a breach, reduces bedload transport capacity. The result is a local formation of sediment deposits, which causes an increase of the waterlevel and the lateral discharge. This process can become very dangerous. Therefore, it has to be controlled by appropriate design of the fuse plugs and overflow sections

During 2002, the experimental installation has been constructed and tested. The measuring apparatus has been installed, calibrated and tested in order to optimize data acquisition. A first series of tests were carried out, with seven different configurations varying bed slope and sideweir height. The first observations revealed interesting behavior. The analysis of the flow and sedimentation test results will continue during 2003. It will include

gurations, où les paramètres variables sont : la pente du lit et la pelle du déversoir. Les premières observations mettent en évidence des comportements très intéressants. Le traitement et l'analyse des résultats se poursuivra au cours de l'année 2003. Il comprendra la reconstitution de la morphologie du fond mobile à la fin des essais sur la base des photos aériennes, le calcul du transport solide, l'interprétation des vitesses et des hauteurs d'eau tout au long du canal. L'approche expérimentale permettra de caler un modèle numérique 3D. Le choix définitif du logiciel entre CFX-4.4 de Harwell et Flow 3D de Flow Science sera fait sur la base de tests préliminaires.

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

Doctorante: Sheila Demierre

reconstitution of the morphology of the movable bed at the end of the tests on the basis of orthophotographs, calculation of sediment transport and a thorough analysis of water levels and flow velocities throughout the channel. The experimental data will finally allow to calibrate a 3D-numerical model.

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

Ph.D. student : Sheila Demierre



Figure 1: Photo de l'installation expérimentale / Testing facility



Figure 2: Photo zénithale du lit mobile à la fin de l'essai B04 / *Photo of the mobile bed statement at the end of the test B04*

1.1.6 **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***

Les jets d'eau à haute vitesse produits par les évacuateurs de crue des grands barrages, créent une érosion locale du lit rocheux à l'aval de l'ouvrage. L'estimation appropriée de l'évolution de cette fosse d'érosion est primordiale pour la sécurité du barrage. Un modèle d'évaluation de l'affouillement a été développé au Laboratoire de constructions hydrauliques. Il a été démontré que les jets à haute vitesse produisent des pressions transitoires dans les fissures du rocher, qui dépassent celles produites à la surface (voir aussi 1.1.2). Une installation d'essais a permis d'étudier cet effet pour des fissures de

High-velocity plunging water jets, issuing from hydraulic structures such as dam spillways and orifices, can result in scouring of the rocky riverbed or the dam foundation downstream. Assessment of the extent of scour is necessary to ensure the safety of the toe of the dam and of associated appurtenant works, as well as to guarantee the stability of its abutments. A physically based model to estimate scour has been developed at the Laboratory of Hydraulic Constructions (LCH.) The model considers two-phase transient pressure wave propagation in joints of fractured rock and is based on

forme très simple. Les fissures réelles d'un massif rocheux ont une configuration plus complexe et sont souvent interconnectées. Des effets géométriques tels que l'épaisseur et la forme de la fissure, l'angle entre la fissure et le jet à l'impact, la connexion entre les fissures, etc. peuvent influencer les pressions de manière considérable et méritent d'être étudiés plus en détail. La concentration d'air dans la fosse a également une influence sur les pressions et sa propagation dans les fissures devrait être quantifiée.

De plus, les caractéristiques des pressions à l'interface eau-rocher dépendent de l'évolution de la forme de la fosse et de la macro-turbulence qui y est générée. Actuellement, seuls des essais avec une fosse à fond horizontal ont été effectués. Les fluctuations de pression dans une fosse d'érosion à géométrie proche de la réalité sont inconnues.

L'objectif de ce projet consiste donc en l'investigation expérimentale des pressions dynamiques et de la concentration en air dues aux jets prototypes dans des fissures de rocher de forme proche de la réalité, ainsi que dans des fosses d'érosion à géométrie irrégulière (Fig. 1). Ceci doit permettre de mieux comprendre l'évolution de la fosse et du processus de fracturation du massif rocheux.

Basé sur l'analyse détaillée du processus physique et à l'aide des observations expérimentales, le modèle numérique existant sera adapté pour intégrer les résultats des nouveaux essais. Ce modèle en réseau pourra par la suite être intégré dans des codes FEM capables de traiter les interactions mécaniques – hydrauliques dans des milieux fissurés.

experimental and numerical modelling of fluctuating pressures in simplified one- and two-dimensional joint configurations. However, pressure fluctuations inside rock joints are caused by the pressure excitation of the jet at the joint entrance. This excitation depends on the form of the plunge pool and associated macro-turbulent flow pattern. Its spatial distribution and statistical characteristics are unknown for real plunge pool geometries (Fig. 1) and are currently being investigated.

The two-phase character of the air-water mixture inside the joints is essential to the superposition, reflection and propagation of pressure waves. Therefore, the general behavior of air bubbles inside complex joint geometries will be studied in detail. The amount of air bubbles inside rock joints is directly influenced by the aeration of the plunge pool. This aeration should be quantified during pressure fluctuation measurements inside underlying joints.

The purpose of the research project is to quantify and assess air entrainment and transient water pressures in realistically shaped plunge pools and rock joint networks. This will enhance the development of numerical methods capable to simulate local erosion and scouring processes in fissured media.

Having started in mid 2002, the work has focused on planning the experimental work for the study of different pool geometries. At the same time, the data acquisition facilities have been updated. New routines for data treatment have been programmed so to obtain statistical moments, power spectra and pressure coefficients for each test run. Validation test runs have been conducted, taking measurements

Le temps disponible dans l'année 2002 a été consacré à la planification des essais de différentes géométries, ainsi qu'au renouvellement des procédures d'acquisition et à la programmation de routines de traitement des données. Quelques essais de validation ont été faits pour mesurer les fluctuations de pression à l'interface eau-rocher, avec une fréquence d'acquisition de 2 kHz, pour différentes hauteurs du coussin d'eau et différents débits.

Recherche financée par la Fondation pour la Science et la Technologie (FCT-Portugal) et par l' Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG - Suisse)

Docteurant : Pedro A. Manso

of pressure fluctuations at the water-rock interface, with an acquisition frequency of 2kHz for different riverbed tailwater levels and discharges.

Research financed by the Foundation for Science and Technology (FCT-Portugal) and the Federal Office of Water and Geology (FOWG-Switzerland)

Ph.D. student : Pedro A. Manso

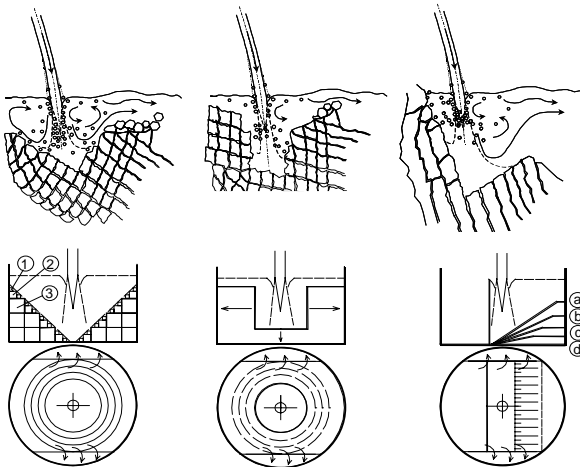


Figure 1: Trois différentes géométries de fosse d'érosion naturelles et leurs géométries expérimentales correspondantes / Three different shapes of realistic plunge pool bottoms in nature and their corresponding experimental layouts

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

L'érosion des rives et le choix de mesures de protection adaptées est un problème récurrent qui concerne l'ensemble des zones côtières. Les règles de protection généralement pratiquées pour les rives maritimes ne sont malheureusement pas directement applicables aux rives lacustres. Dans ce contexte, des aménagements inspirés du génie biologique offrent un potentiel qui n'est que rarement utilisé dans la pratique pour la protection des rives. La raison tient essentiellement au fait que les bases de dimensionnement requises sont quasi inexistantes. Sur le lac de Bienne en Suisse, des interventions pionnières ont été entreprises pour infléchir cette orientation.

Depuis 1985, l'Association pour la protection du lac de Bienne s'efforce de favoriser le développement et l'utilisation de techniques douces pour la protection des roselières et des rives. Avec le soutien des communes membres et des services cantonaux et fédéraux, elle a initié la réalisation de différents types d'ouvrages à caractère naturel. Ces actions ont consisté principalement en la réalisation de plantations de roseaux, de palissades filtrantes, d'épis, de purges de désenvasement, de couvertures de graviers ou encore de brise-lames avancés. Bien que quelques aménagements de ce type aient déjà été réalisés, il n'est toujours pas possible d'énoncer des recommandations sur la manière dont ils doivent être conçus, implantés et réalisés pour obtenir un effet de protection et une durabilité optimum.

Shore erosion in lakes needs appropriate shore protection techniques. The approaches generally used in seas and oceans are rarely appropriate for shallow lakes, where soft protection measures are generally more convenient. Unfortunately, sound scientific basis for design of such techniques are actually lacking. Optimisation of shore protection design may minimise its environmental impact. Therefore at the Lake of Bienne in Switzerland, pioneer soft designs are being constructed.

Since 1985, the "Association for the Protection of Lake Bienne" has been developing soft techniques for protection of reed bed and for minimisation of bank erosion. Supported by different local, cantonal and federal services, the Association developed many soft biotechnical measures, like brushwood or wooden piles, both used as groins or breakwaters, or gravel embankment and reed plantations used as soil consolidation agent. Although these kinds of shore protection are being constructed, there is still no sound scientific basis for design.

The main goal of the ongoing research is to study the interaction of these soft protection techniques with the incident waves in the lake and to evaluate their effect on sediment transport, using physical and numerical modelling. This approach will lead to a better understanding of the behaviour of soft protection techniques, and as a result, will enhance scientific design. Results will be validated by in-stu measurements in Lake Bienne. This will be

L'objectif de la thèse est ainsi d'étudier d'une manière détaillée l'interaction de ces mesures de protection avec les vagues et d'évaluer leur effet sur le transport de sédiments, grâce à une modélisation physique et numérique. Les résultats expérimentaux serviront au développement des bases utiles au choix et au dimensionnement de mesures protectrices, respectueuses de l'environnement. Elles seront applicables aux rives à faibles pentes, présentes en particulier sur les lacs du plateau suisse. Leur évaluation sera réalisée sur la base de données réelles obtenues par des mesures in situ, conduites sur les rives du lac de Biemme par la HES du canton de Berne. Recherche financée par la Commission pour la technologie et l'innovation (CTI).

performed by Berne University of applied Sciences.

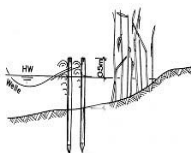
Research financed by the Commission for Technology and Innovation (CTI).

Ph.D. student : Selim Sayah

Doctorant: Selim Sayah



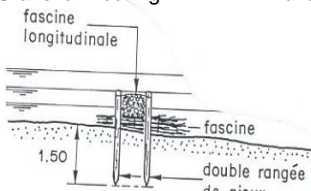
Remblai en gravier
Gravel armouring



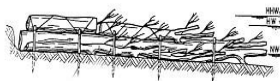
Palissade
Palisade



Brise-lames
Breakwaters



Barrage à claire-voie
Brushwood fences



Epis en troncs d'arbres
Groynes made with tree trunks

Figure 1: Mesures de protection typiques contre l'érosion des rives, utilisées sur le lac de Biemme / Usual shore protection measures used in Lake Biemme

1.1.8 Effets de la rugosité et de la forme des rives sur la propagation d'intumescences dans les canaux / Influence of channel bank roughness and shape on wave propagation

Le régime hydraulique de nombreuses rivières alpines est caractérisé par l'effet de marnage provoqué par les rejets des centrales hydroélectriques à accumulation, qui turbinent des débits importants pour couvrir les pointes de la demande d'électricité. Ces manœuvres d'exploitation provoquent des changements rapides d'écoulement, accompagnés de variations importantes du niveau d'eau. Ce phénomène se rencontre notamment dans les rivières canalisées comme c'est par exemple le cas sur le Rhône en Valais. 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.

L'expérience montre que la renaturalisation ou revitalisation des cours d'eau, visant à restituer leur état naturel, contribue également à réduire l'effet de marnage. Ces mesures induisent une diminution de la vitesse 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.

L'objectif de ce projet de recherche 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

The flow regime of many alpine rivers is characterized by hydropeaking. These peakings caused by water rejections for high head powerplants, which may start their turbines very hardly to cover sudden electricity requests. This kind of exploitation causes significant and rapidly changing discharge fluctuations, accompanied by significant water level variations. The phenomenon particularly occurs in channeled rivers, such as the Rhone river in Switzerland. Appropriate morphological and hydraulic measures, such as banks or irregular stream-bed axis, groynes, local widenings, braided channels, retaining basins or side-channels, may minimise the effects of hydropeaking.

Experience revealed that renaturalisation or revitalization of rivers, with the intention to restore their initial natural state, contributes to reduce the effects of hydropeaking. Revitalisation measurements induce a reduction of the propagation velocities of surge flow. They also reduce interferences due to refractions and reflexions of surface waves, and increase the river retention effect. Some scientific developments will provide to be necessary basis for optimisation of these various effects.

The main goal of this research is to assess the impact of a natural river on unsteady flow conditions caused by hydropeaking. This will result in appropriate optimisation of impact reducing measures. The methodology of the project consists of a first part devoted to scaled model tests. The tests concern channel bank, bed and bed axis characteristics. A second part intends to integrate the experimental

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 systématiques sur modèle relatifs à l'état des rives, au tracé et à la nature du lit de la rivière. Une deuxième étape est destinée à l'intégration des résultats expérimentaux sous forme de module du code numérique "Wolf" de 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 il est envisagé de les appliquer dans le cadre du projet de la 3^{ème} correction du Rhône en Valais.

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

Doctorant : Tobias Meile

results in module form into an existing numerical code. This will finally provide the necessary basis for a correct simulation of surge flow in rivers characterized by a complex morphology. The acquired knowledge aims at comparing the efficiency of various measures and focuses on economic and ecologic optimisation. The results can be used for the development of large river revitalization programs and will be applied within the framework of the 3rd Rhone correction.

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

Ph.D. student : Tobias Meile

1.1.9 Modèle de gestion des crues / Flood management model

La gestion de bassins versants complexes est devenue un sujet d'actualité, en particulier après les crues d'octobre 2000 dans les Alpes et celles d'août 2002 en Europe centrale. L'objectif de réduction des dommages peut en effet être obtenu par des mesures passives telles que création de zones d'épanchement, mais aussi par des interventions anthropogènes telles

Flood management of complex catchments is of increasing interest. The flood events of october 2000 in the Swiss and Italian Alps and of August 2002 in Central Europe, highlighted need for appropriate flood forecast and management. Flood damage may be reduced by passive measures, such as creation of floodplains. This objective, however, may also be reached by

qu'utilisation du processus de laminage dans les retenues et génération d'alarmes, basées sur des prévisions précises. Ces méthodes connues n'ont pourtant pas encore été intégrées dans un modèle d'aide à la décision exploitant simultanément prévisions météorologiques, comportement hydraulique du bassin versant, mesures en temps réel et possibilités d'interventions sur les aménagements hydrauliques. Ce projet de recherche propose de combler ce vide par l'exploitation de technologies modernes pour la gestion des crues. La figure ci-dessous décrit le fonctionnement du modèle à développer.

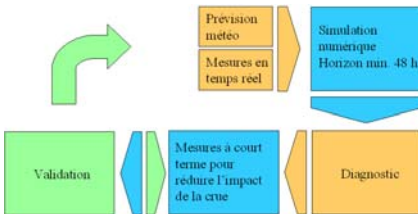


Schéma de fonctionnement du modèle de gestion des crues / Schematic view of the flood management model

La recherche a débuté par une revue bibliographique des différents domaines concernés. Les processus de recalage en continu de modèles complexes, l'optimisation multi-objectifs, les différentes approches de prévision utilisées actuellement ont été au centre des préoccupations.

La prise en main du logiciel de simulation hydraulique a ensuite été effectuée. La complexité du bassin versant, posant de nombreux problèmes conceptuels et de programmation, justifie cet investissement. Le modèle hydraulique *Routing System*, développé au LCH, sera utilisé pour la

human interventions during the flood event. The optimal use of the storage capacity of alpine hydropower schemes and the diffusion of warnings are efficient and low-cost methods. However, these well-known methods haven't been incorporated in any forecast model yet. A new flood forecasting model will be developed by use of new technologies for the creation of an expert system (see figure beside). Using weather forecast and real time measurements at gauging stations numerical simulations are conducted for flood forecasting in several points of the hydraulic network. A preliminary diagnosis of the system defines locations with potential risk of damage. The new model will use this information in order to propose solutions for flood management optimization, such as preventive lowering of reservoir water levels. Finally, the model will validate the proposed solutions before starting a new simulation.

The hydraulic simulations will be performed by the Routing System software, developed at the Laboratory of Hydraulic Constructions. This tool models complex hydraulic schemes and their interaction with the drainage network.

A literature review has been performed on three topics. First a review of existing flood forecast models and the technologies they use allows choosing the simulation methods most applicable to this project. Second, the problem of real time adjustment of the forecast model on measurements has to be addressed. Techniques such as Kalman filtering and signal processing must be studied. Finally, multi-objective optimisation and artificial intelligence

modélisation du système. Il permet en effet d'effectuer le routage des crues dans des bassins versants complexes en intégrant les fonctions de ruissellement, infiltration, stockage dans les réservoirs et retenues, routage dans les cours d'eau. Il permet en outre d'intégrer les barrages et aménagements hydroélectriques ainsi que leurs manœuvres.

La préparation et le filtrage des données nécessaires à la modélisation est actuellement en cours. Il est en effet primordial de s'assurer de l'exactitude des données sur l'ensemble du bassin versant du Rhône depuis sa source jusqu'au Léman. Cette tâche est réalisée par le biais d'interviews avec les exploitants des aménagements hydroélectriques.

Dans une deuxième phase, l'étude du couplage du modèle de prévision avec les mesures en temps réel sera effectuée. Le recalage du modèle en continu est en effet une tâche complexe nécessitant l'usage de techniques avancées dans les domaines du traitement du signal, de l'automatique et de l'optimisation.

Enfin, l'étude de scénarios de crue, la préparation de variantes d'intervention sur les aménagements sera effectuée en vue de la mise au point d'un système expert pour la gestion des crues.

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

Docteur : Frédéric Jordan

are reviewed in order to complete the expert system.

Because of its significant number of hydropower schemes the test region will be the Rhone basin upstream of Lake Geneva. It is necessary to check all data used for modelling of the system. This will be completed by interviews with hydropower plants operators and by setting up a database focusing on the needs of the new model.

Then, a coupling of the hydraulic model with the weather forecast and with real time measurements will be done. The last phase will be the development of an expert system. This system will compare real-time weather and flood forecast in similar meteorological situations available in its database and proposes optimal solutions for flood management. The latter aspect accounts for existing flood management strategies under different meteorological situations. This will reduce the computing time during a flood event.

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

Ph.D. student : Frédéric Jordan

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

1.2.1 Kelchbach – Naters: Etude du comportement morphologique du Kelchbach lors du passage de crues / *Analysis of the morphological behaviour of the River Kelchbach at Naters during extreme floods*

Le Kelchbach est un affluent de la rive droite du Rhône, fleuve qui constitue le principal apport d'eau au lac Léman. Au cours de la dernière décennie, les observations effectuées lors du passage de crues ont mis en évidence que la capacité hydraulique du Kelchbach à Naters serait insuffisante pour garantir le passage d'une crue centennale ou extrême. Les variations morphologiques de la rivière, dues notamment à l'alluvionnement du canal dans la traversée de la localité, sont à l'origine d'une limitation de sa capacité à environ 40 m³/s (crue 2000, voir Fig. 1). En effet, lors des crues, l'apport de sédiments augmente alors que la pente longitudinale du lit diminue de l'amont vers l'aval, en réduisant la capacité de transport solide.

Afin de réduire le risque d'inondation, la commune de Naters a lancé une étude d'aménagement du Kelchbach. Le projet retenu comprend la construction d'un dépotoir à sédiments en amont, ainsi qu'une modification des sections transversales et du profil en long du tronçon qui traverse la localité.

Le Laboratoire de constructions hydrauliques de l'EPFL (LCH) a été mandaté pour l'étude des variations morphologiques du canal du Kelchbach à Naters. Il s'agissait d'évaluer les conditions d'apport de sédiments à la sortie du dépotoir, puis de décrire l'évolution du lit du cours d'eau lors du passage de la crue centennale (HQ100) et de la crue extrême (EHQ)

The Kelchbach River is a tributary of the Rhone River, the main input to Lake Geneva. The last few years, flood events highlighted the insufficient discharge capacity of the Kelchbach to convey extreme flood events on its passage through the town of Naters. The morphological variations of the channel, and particularly the sedimentation on the lower reach inside Naters, reduce the discharge capacity to about 40 m³/s (flood of 2000, see Fig. 1). In fact, during floods, the sediment yield increases from upstream to downstream. At the same time, a slope reduction decreases the sediment transport capacity. This discrepancy favours deposition in the lower reach of the Kelchbach river in Naters.

To reduce flood risk, the Municipality of Naters has undertaken preliminary studies that resulted in a solution comprising the construction of a sediment retention basin upstream from Naters and the redefinition of the longitudinal profile and cross-sections of the Kelchbach through the village.

The Laboratory of Hydraulic Constructions of the EPFL (LCH) has been contracted to study the morphological variations of the Kelchbach in Naters. The study concerned the evaluation of the sediment released at the upstream basin into Naters and the description of the evolution of the riverbed during a 100-year return period flood (HQ100), as well as during an extreme flood event (EHQ). The

dans la nouvelle géométrie. Le périmètre d'étude concerne le tronçon aval de la rivière, depuis la confluence au Rhône jusqu'à une distance de 900 m en amont.

studied river reach is 900 m long, starting from the confluence with the Rhône.



Figure 1: Pont de la route cantonale à Naters lors d'une crue de $40 \text{ m}^3/\text{s}$ en octobre 2000 / *Bridge of cantonal road in Naters during a flood event of $40 \text{ m}^3/\text{s}$ in 2000*

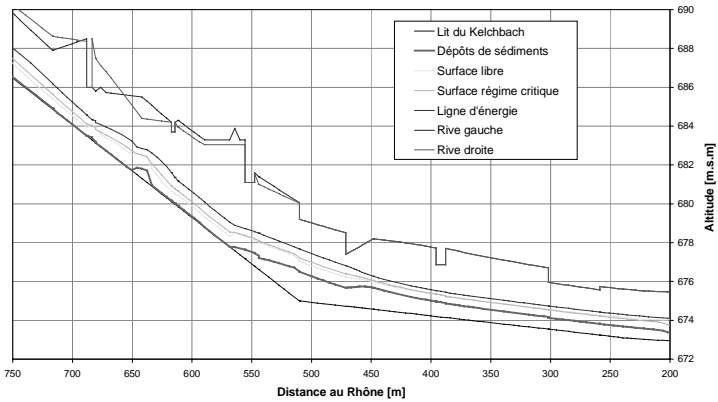


Figure 2: Profil en long du Kelchbach – tronçon dans la région de la Marktplatz (rupture de pente). Lignes d'eau et configuration des dépôts à la fin de la décrue (HQ100) / *Longitudinal profile of the Kelchbach River in the neighbourhood of the Marktplatz (sudden slope change). Water level and sediment deposits after flood recession (100-years flood)*

Quatre situations ont été étudiées, considérant la période de retour de la crue (centennale ou extrême), le niveau de dépôts initiaux, l'apport de sédiments et les conditions de bords, notamment le niveau du Rhône en aval.

Les simulations ont montré que les dépôts initiaux de sédiments sont délavés avant l'arrivée de la pointe de crue. Dans tous les cas étudiés, le passage de la crue produit tout d'abord une accumulation de sédiments dans la région de rupture de pente (Fig. 2). Ces dépôts augmentent puis sont progressivement érodés et transportés vers l'aval lors de la montée rapide du débit. Au moment du passage de la pointe de crue, les dépôts sont déjà complètement érodés et la capacité hydraulique de la section sous la Marktplatz est rétablie. En phase de décrue, des dépôts se créent à nouveau dans cette zone, reconstituant le lit du Kelchbach.

Dans l'état aménagé, le passage de la crue centennale ne cause pas de débordements étendus, ni de mise en charge des ponts. La crue extrême engendre des débordements localisés de l'ordre de 10 à 20 cm à l'aval de la Marktplatz lors du passage de la pointe de crue. Les dépôts de sédiments se forment en aval de la rupture de pente ne sont pas érodés et contribuent à l'élévation du plan d'eau. Ce problème peut éventuellement mener à la mise en charge des ponts du chemin de fer et de la Kantonstrasse, ainsi qu'à des débordements localisés inférieurs à 50 cm au voisinage de ces ponts. Afin de se prémunir de tout risque d'inondation lors de la crue extrême, une surélévation des murs entre le pont de la Marktplatz et la confluence au Rhône est recommandée.

Four different scenarios were studied, based on flood return period (100 years or extreme), initial level of the riverbed deposits, sediment input from upstream and boundary conditions, (water surface elevation in the Rhône).

The simulations have shown a flushing of the initial deposits before the arrival of the flood peak discharge. This guarantees a sufficient hydraulic capacity even at the most constricted sections. For all studied scenarios, flood routing initially produces an accumulation of sediments in the neighbouring region of the sudden slope change (Marktplatz). Secondly, as flood discharge rises, these deposits are progressively eroded and flushed downstream. At peak discharge, these deposits are fully eroded down to the fixed bed level and the convey capacity at Marktplatz is guaranteed. During flood recession, new deposits are created in the slope change region, re-establishing the riverbed. The proposed project geometry prevents both bank overflow and pressurised flow at bridges for a 100-year flood return period.

For the extreme flood, limited bank overflow of 10-20 cm is expected downstream from Marktplatz. The existing deposits at this location not being fully eroded, the water level rises. Flow conditions at the CFF and Kantonstrasse bridges may become pressurised and bank overflow up to 50 m high can occur near these bridges. For flood prevention in extreme conditions, the river channel walls should be raised between the Marktplatz bridge and the confluence with the Rhône river.

The obtained results pointed out the need for a physical model study of the Kelchbach, in particular for extreme

À l'issue de cette étude, la vérification du comportement morphologique du Kelchbach par modélisation physique a été fortement conseillée.

Mandant: Canton du Valais (Département des transports, de l'équipement et de l'environnement – Service des routes et des cours d'eau); Commune de Naters.

Travail réalisé en collaboration avec le Bureau d'ingénieurs Teyssiere & Candolfi.

Ingénieur de projet: Pedro Manso

flood risk assessment.

Contract : Canton of Valais (Transport, Equipment and Environment Department – Unit of Roads and Rivers); Municipality of Naters

This study was conducted in collaboration with the Engineering Office Teyssiere & Candolfi.

Project engineer: Pedro Manso

1.2.2 Dépotoir à sédiments de Baltschieder: essais sur modèle physique / Sediment reservoir in Baltschieder: physical modelling

Lors des crues exceptionnelles qui ont frappé le Valais en octobre 2000, la commune de Baltschieder a subi d'énormes dégâts. Un écoulement de lave torrentielle a en effet surgi des gorges du Baltschiederbach pour ensevelir le village sous 2 à 4 m de boue, soit environ 100'000 m³ de matériaux. Pour apporter une solution à ce problème, un modèle physique au 35^e a été construit sur place afin d'étudier le comportement et de vérifier la capacité d'un dépotoir à sédiments. Il a également donné lieu à un reportage dans le journal télévisé de la TSR.

During the exceptional October 2000 floods in the Swiss and Italian Alps, the village of Baltschieder experienced significant damage. The center was buried under a 2-4 meters sediment layer of a total volume of 100'000 m³. Physical modelling at a 1 to 35 scale has been performed in-situ to study the behavior of the protection system and to check its retention capacity. The model has also been filmed for the TV news (TSR).



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

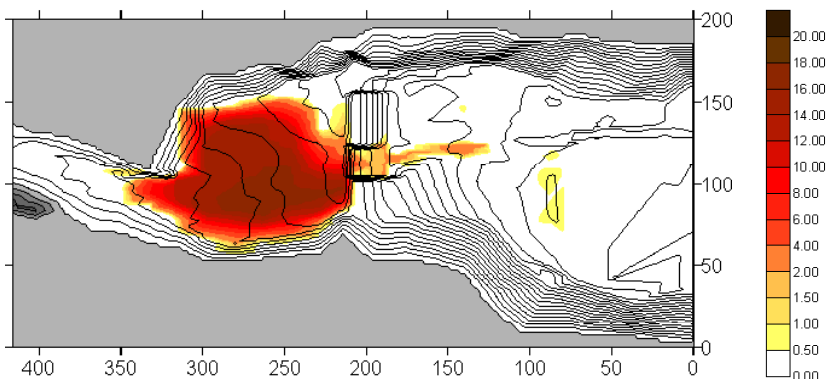


Figure 2: Effet du projet final sur les dépôts dans le réservoir pour une crue extrême / *Effect of proposed project for an extreme flood. Depth of sediment deposits*

La maquette en béton et en PVC construite à Baltschieder mesurait 14 mètres par 6 et elle était équipée de 8 capteurs électroniques mesurant la hauteur d'eau. Elle disposait d'un dispositif d'adduction d'eau permettant de varier le débit jusqu'à 35 l/s et d'un système d'alimentation en sédiments réglable. Plusieurs essais ont été menés pour différentes géométries de la digue du dépotoir ainsi que pour différentes crues de projet.

Les essais ont permis de valider le concept de protection contre les crues de Baltschieder en montrant que la capacité minimale de rétention était de 100'000 m³ pour la digue amont et 200'000 m³ pour le système complet. Le transit de sédiments vers le Rhône est de ce fait très fortement réduit en situation de crue.

Etude confiée par la Commune de Baltschieder.

Ingénieur de projet : Frédéric Jordan

A concrete and polyester model was built in Baltschieder, next to the damaged area. The size of the model was 14 by 6 square meters, and the model has been equipped with 8 electronic sensors for water level measurements. The water was provided by a powerful 35 l/s discharge supply system and sediment transport has also been controlled by the system. Many simulations were run for different geometrical configurations of the dam and for different flood events.

The simulations allowed validation of the security concept of Baltschieder and resulted in a minimum retention capacity of the reservoir of 100'000 m³. The transport of sediments to the Rhone River has also been strongly reduced.

Study attributed by the village of Baltschieder.

Project engineer : Frédéric Jordan

1.2.3 Construction de brise-lames à l'entrée du port de Founex - étude de l'impact hydraulique / *Construction of break-waters at the entry of the port of the commune of Founex (VD - hydraulic Impact study*

Le port de la commune de Founex (VD) sur le Léman 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 et nord-ouest. Pour remédier à cet inconvénient, il a été proposé de construire deux brise-lames à l'entrée du port, pour le protéger par situation de Vent (Fig.1). L'objet de la présente étude concerne l'évaluation de l'impact hydraulique de ces brise-lames sur la courantologie et le transport des sédiments à l'intérieur du port.

L'évaluation de l'impact hydraulique des brise-lames passe par la compréhension préalable des phénomènes hydrodynamiques agissant dans l'enceinte du port.

Anémométrie et Hydrodynamique

Le projet est à l'abri de la Bise (nord-est) car son l'entrée est orientée plein sud. C'est donc le Vent (sud-ouest) qui exerce la plus grande influence sur l'hydrodynamique du port.

Pour une vitesse de Vent maximale de 15 m/s, et en considérant un fetch de 13.3 km, les vagues incidentes générées au large ont une hauteur maximale de 1.37 m et une longueur d'onde de 23.74 m. Elles ne déferlent pas à l'entrée du port, mais se réfractent sous l'influence de la bathymétrie du fond et atteignent perpendiculairement l'entrée du port (Fig.1). L'emplacement et l'orientation des brise-lames sont favorables à la protection du port contre la houle générée par le Vent. En réduisant

The port of the village of Founex (VD) in the lake of Geneva is sensible to wind waves from the southern sector. Consequently, boats located at the entry of the port are exposed to the swell generated in the northern and north-western direction. To accommodate this situation, it was proposed to build two breakwaters at the entry of the port, oriented along a north-eastern axis. This will provide an appropriate protection from south-western winds (Fig. 1). The objective of this study is to evaluate the hydraulic impact of these breakwaters on the currents and on the sediment transport inside the port.

This evaluation needs a preliminary comprehension of the hydrodynamic phenomena acting in the port.

Anemometry and Hydrodynamics

The port is protected from the (north-eastern) an entry oriented to the south. It is the "Vent" (south-western wind) that has most influence on the hydrodynamics of the port.

For a maximum wind speed of 15 m/s, and a fetch of 13.3 km, the wind generates off board waves with a maximum height of 1.37 m and a wavelength of 23.74 m. They do not break at the entry of the port, but refract under the influence of the bathymetry of the bottom impact the port perpendicular to its entrance. (Fig.1). The site and the orientation of the breakwaters are favorable to the protection of the port against the swell generated by the "Vent". The proposed breakwaters approximately reduce by half the width of the port entrance. This should allow extending the non-

environ de moitié l'entrée du port ouverte à cette houle, ces ouvrages permettront d'étendre la zone calme dans l'enceinte du port.

Courantologie du port

Le régime courantologique du port est quasiment déterminé par son ouverture Nord. Vu son orientation, la régénération des eaux du port est pratiquement nulle par régime de Bise même si les déchets flottants sont évacués de l'enceinte. En revanche, par régime de Vent, elle favorise la circulation des courants internes à condition que la passe qui se trouve à son extrémité nord-ouest soit ouverte. Quand le niveau du lac est au plus bas et qu'il se trouve au-dessous du niveau minimal de l'ouverture, la circulation du courant est interrompue.

affected zone in the enclosure of the port.

Courantology of the port

The courantology of the port is mostly defined by the Northern entrance. Regeneration of the water of the port by a Northern wind is quasi impossible, even if floating waste is evacuated from its enclosure. On the other hand, for south-western winds ("Vent"), an internal current is generated. For lake levels that are below the minimal level of the opening, the flow of the current is stopped.



Figure 1: Entrée Sud du port de Founex complètement ouverte aux vagues générées par le Vent (sud-ouest) / South opening of the port of Founex, opened entirely to the effect of waves, generated by the south-west Wind.

Transport Solide

D'après les observations faites in-situ les matériaux de la rive, formés essentiellement de sédiments grossiers, ont tendance à être charriés parallèlement à la rive Est du port pour se déposer plus au Nord. Suivant cette direction de charriage la granulométrie des matériaux déposés devient de plus en plus fine.

L'effet des vagues incidentes sur le rivage des parcelles voisines ne sera pas significativement modifié par rapport à l'état actuel. Le transport solide littoral restera par conséquent pratiquement inchangé. Une légère modification de la dynamique sédimentaire du port devrait toutefois être observée dans le sens d'une diminution du charriage sur la rive ouest, en raison d'une réduction du mouvement elliptique des vagues sur le fond du port.

Etude confiée par la Société Coopérative du Port de Founex

Ingénieur de projet : Selim Sayah

Solid transport

According to in-situ observations, the materials of the banks, made primarily of coarse sediments, are transported parallel to the East bank of the port, to finally settle down towards the North. According to this orientation, the deposited materials become progressively finer.

The effect of the waves on the banks will not be significantly modified compared to the current state. Littoral solid transport will remain almost unchanged. A slight modification of the sedimentary dynamics of the port might however be observed. This will be expressed by a reduction in solid transport along the western bank, due to a reduction of the orbital bottom currents.

Study attributed by the Société Coopérative du Port de Founex

Project engineer : Selim Sayah

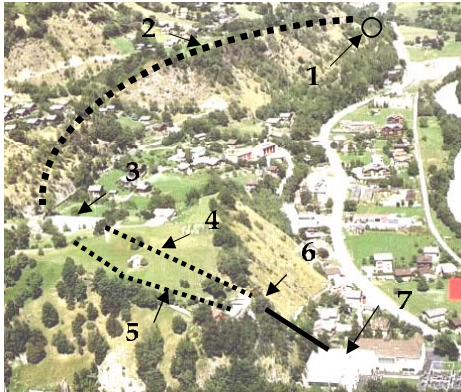
1.2.4 Assainissement du bassin de compensation de Bitsch - Essais sur modèle hydraulique / *Compensation basin of Bitsch - Hydraulic model tests*

L'aménagement hydroélectrique de Massaboden dans le canton du Valais a été construit par les CFF dans les années 1898/1899. Il exploite les eaux du Rhône entre Mörel et Bitsch.

Au dessus de la centrale de Bitsch se trouve le bassin de compensation du même nom. Ce bassin, d'une capacité de 8'000 m³, est en partie appuyé sur une structure en béton. Cet ouvrage subit aujourd'hui des désordres structurels importants qui nécessitent une rénovation conséquente (Fig. 1).

The hydropower plant of Massaboden in the canton of Wallis was built by the CFF in 1898/1899. It uses water from the upper reach of the Rhone river between Mörel and Bitsch.

Upstream of the power plant of Bitsch, there is a compensation basin with the same name. This basin has a capacity of 8'000 m³, and is supported by a concrete structure. Significant structural deficiencies may be observed on that structure, which requires appropriate rehabilitation works (Fig. 1).



- 1 - prise d'eau/water intake
- 2 - galerie d'amenée à nappe libre /
Adduction gallery
- 3 - Bassin de compensation /
Compensation basin
- 4 - Galerie en charge/ Pressure gallery
- 5 - Galerie à nappe libre/ Free flow gallery
- 6 - Chambre d'équilibre/Surge tank
- 7 - Centrale/Powerhouse



Figure 1: Gauche : Vue de l'aménagement, Droite : Bassin de compensation / Left : general layout, Right : Compensation basin

La solution retenue est la substitution du bassin de compensation par une chambre de mise en charge et une conduite en charge de section rectangulaire.

Suite aux essais effectués avec la solution développée par les CFF, le LCH a proposé l'étude d'une amélioration du projet.

Le modèle a été construit à l'échelle 1:18 et reproduit l'aménagement depuis la fin de la galerie d'amenée à nappe libre jusqu'à la fin de la chambre d'équilibre.

The adopted solution comprises the substitution of the compensation basin by an intake structure and a rectangular pressure conduit.

Following the tests carried out with the solution developed by the CFF, the LCH proposed studying further improvements to the solution.

The model was built with a scale of 1:18 and reproduces the scheme from the end of the gallery adduction up to the surge tank.

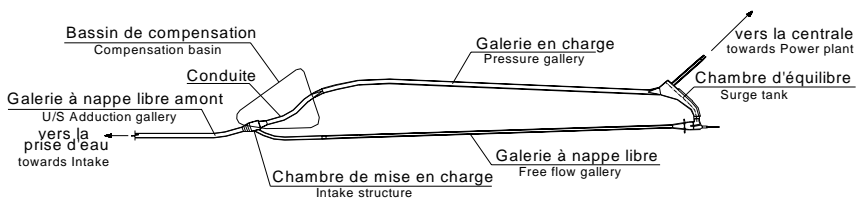
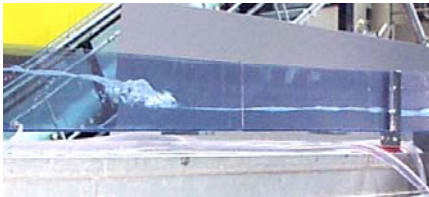


Figure 2: Schéma de l'installation du modèle physique / Diagram of the Hydraulic model

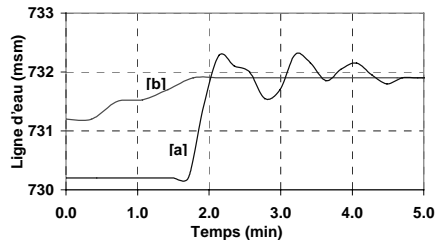
Des essais ont conduit à améliorer la géométrie des ouvrages projetés :

- La chambre de mise en charge a été déplacée vers l'amont, où les conditions hydrauliques d'approche sont plus favorables. Le volume de cette chambre a été réduit et son intégration dans le site est facilitée.
- La bifurcation vers la galerie à nappe libre est placée dans la chambre de mise en charge.
- La bifurcation est équipée d'une paroi plongeante, ce qui permet d'amortir les oscillations du plan d'eau et des pressions dans la galerie à nappe libre lors de la manœuvre des groupes.



The test results allowed improving the geometry of the designed structure:

- The intake structure was moved upstream, where the hydraulic approach conditions are more favorable. The volume of the intake was reduced and its integration in the site is improved.
- The bifurcation towards the free surface flow gallery was included in the intake structure.
- The bifurcation is equipped with an orifice, which makes it possible to dissipate the oscillations of the water level and the pressures in the free surface flow gallery during operation of the groups.



[a] : intumescences sans paroi plongeante / without the orifice
 [b] : intumescences avec paroi plongeante / with the orifice

Figure 3 - Intumescences suite à une fermeture rapide / Intumescences due to rapid closing of the groups

Les essais non-stationnaires ont montré que, lors de la fermeture rapide des groupes, le niveau dans la chambre d'équilibre monte très rapidement et crée une intumescence dans la galerie à nappe libre. En parallèle, une onde de pression se propage dans la galerie en charge qui conduit à la montée quasi immédiate du niveau dans la chambre de mise en charge à l'amont. A la bifurcation entre les deux galeries, cette intumescence

The unsteady flow tests showed that during the fast closing of the groups, the level in the surge tank goes up very quickly and creates an intumescence in the free surface flow gallery. In parallel, a wave is propagated in the pressure gallery, which leads to the practically immediate rise of the level in the intake. In the bifurcation, between the two galleries, this intumescence will propagate downstream in the free surface flow gallery (Fig. 3). The two

se propage vers l'aval dans la galerie à nappe libre (Fig. 3). Les deux intumescences, qui progressent dans des directions opposées, se rencontrent dans cette dernière et la mettent brutalement en charge (Fig. 3 [a]).

La paroi plongeante introduite à la bifurcation permet de limiter cet effet en introduisant une perte de charge importante (Fig. 3 [b]).

Etude confiée par les CFF (chemins de fers fédéraux)

Ingénieurs de projet : Laurent Mouvet et Soleyman Emami

intumescences, which progress in opposite directions, come cross each other in this gallery, giving rise to a sudden transition to a pressurized regime (Fig. 3 [a]).

An orifice placed at the bifurcation limits this effect by introducing a significant head loss (Fig. 3 [b]).

Study attributed by CFF (Swiss federal railways)

Project engineers : Laurent Mouvet and Soleyman Emami

1.2.5 KW Innertkirchen 1: Voilement du blindage de la galerie d'amenée de la cheminée d'équilibre de Kapf / KW Innertkirchen 1: Buckling of the steel liner in the pressure tunnel near the surge tank Kapf

Suite au voilement du blindage donnant lieu à une double courbure comme illustrée à la Fig. 1, une simulation numérique en 3D des conditions d'écoulement dans la galerie pressurisée de Handeck-Kapf a été effectuée. Cette simulation a été élaborée dans l'environnement Flow-3D (Flow Science Inc.).

Les conditions d'écoulement à l'intérieur de la galerie ont été modélisées pour le débit maximum de 40 m³/s. La vitesse longitudinale moyenne de l'écoulement est de 4.6 m/s. La turbulence initiale de l'écoulement a été définie par des fluctuations de vitesse allant jusqu'à 20% de la vitesse moyenne. Ceci constitue une valeur plutôt élevée (valeurs typiques autour de 10 %).

De plus, deux modèles de turbulence ont été appliqués : le modèle k-ε et le modèle LES (Large Eddy Simulation).

A 3D-numerical simulation of the flow conditions inside the pressure tunnel of Handeck-Kapf, following a bulging of the steel lining of the tunnel near the surge tank, has been performed by the Flow-3D software (Flow Science Inc.).

The flow conditions inside the pressure tunnel have been modeled for maximum discharge conditions, i.e. $Q = 40 \text{ m}^3/\text{s}$. The corresponding mean longitudinal flow velocity is about 4.6 m/s. Initial flow turbulence has been defined as velocity fluctuations of up to 20% of the mean velocity, which is a rather high value (typical value is around 10 %).

Moreover, two turbulence closure models have been tested: the k-ε model and the Large-Eddy-Simulation (LES) model. The results obtained with the two models were very similar and in the following only the results obtained with the LES model are presented.

Les résultats obtenus avec ces deux modèles sont très similaires.

Les conditions initiales de pression à l'intérieur de la galerie ont été fixées à 1'000'000 Pa ou 100 m de pression. Cette valeur a été choisie puisque le programme calcule des gradients de pression par rapport à une valeur de référence.

The initial pressure conditions in the pressure tunnel have been set at 1'000'000 Pa, i.e. 100 m of pressure head. This rounded value has been chosen because the Flow-3D program calculates pressure gradients relative to a certain reference pressure.

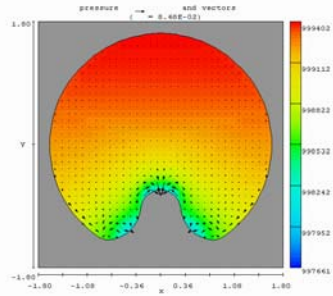
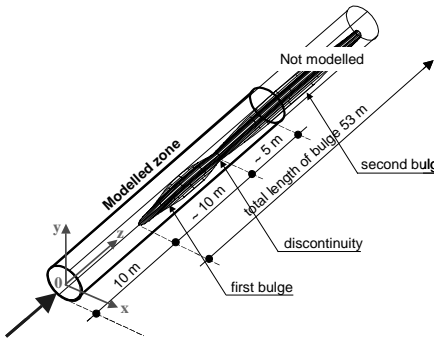


Figure 1: a) Vue en perspective de la zone modélisée; b) Plot XY des vecteurs vitesse et des pressions sur la pointe de voilement du blindage ($z = 17$ m) / a) Perspective view of the modeled zone of the pressure tunnel; b) XY-plot of velocity vectors and pressures at highest point of first bulge ($z = 17$ m)

La géométrie appliquée fait usage d'un système cartésien XYZ. La première courbe et une partie de la deuxième courbe du voilement du blindage, pour une longueur totale de 15 m et une hauteur maximum de 0.7 m, ont été modélisées (Fig. 1a). La discontinuité entre les deux courbes a également été représentée. La galerie pressurisée a un diamètre de 3.30 m et la forme du voilement est plus ou moins Gaussienne et change en fonction de la hauteur (forme 3D).

Les champs de pression et de vitesse calculés sont de caractère uniforme. Aucune zone de recirculation d'écoulement et aucun pic de pression

The geometry uses a XYZ-Cartesian coordinate system. The first bulge in the steel lining and a part of the second bulge, with a total length of about 15 m and a maximum height of about 0.7 m, have been modeled (Fig. 1a). Also, the discontinuity point between the two bulges is represented. The pressure tunnel has a cross-sectional diameter of 3.30 m and the shape of the bulge is more or less Gaussian and changes as a function of the height of the bulge (3D-shape).

The computed pressure and velocity fields are of very uniform character. No flow re-circulation currents throughout the area and no significant pressure

ou de vitesse n'ont été observés lors des calculs.

L'augmentation maximum de la pression moyenne par rapport aux conditions de pression initiales ne représente que 0.30 m, tandis que la diminution maximale de la pression moyenne atteint seulement 0.20 m de hauteur de colonne d'eau. De plus, les vecteurs vitesse ne sont guères influencés par la présence du voilement, avec une augmentation de 15 % au maximum de la valeur moyenne.

De ce fait, les écarts extrêmes entre les fluctuations de pression et la pression moyenne ne représentent que 0.50 m de colonne d'eau. Pour des pressions moyennes typiques de 3 à 4 m au minimum dans la galerie, ceci ne représente que 12 à 17 % de la valeur moyenne. Par conséquent, l'influence des fluctuations sur la stabilité du blindage et de la galerie est négligeable.

Etude confiée par KWO – Kraftwerke Oberhasli.

Ingénieur de projet : Dr Erik Bollaert

peaks or under-pressures are observed.

The maximum time-averaged pressure increase only represents 0.30 m, while the maximum time-averaged pressure decrease represents a difference of 0.20 m of head with the initial uniform pressure conditions (Fig. 1b). Moreover, the velocity vectors are hardly influenced by the presence of the bulges, with a maximum local increase of 15 % of the average velocity.

Hence, assuming that the turbulent velocity and pressure fluctuations represent up to 20 % of the time-averaged values, it can be concluded that the maximum differences between pressure increases or decreases and the uniform pressure field are on the order of 0.50 m of pressure head. For minimum uniform pressure conditions in the shaft of about 3 to 4 m of head, these fluctuations only represent 12-17 % of the uniform value. Therefore, their influence on the stability of the steel lining is insignificant.

Study entrusted by KWO – Kraftwerke Oberhasli.

Project engineer : Dr. Erik Bollaert

1.2.6 Gestion du transport solide lors de la purge annuelle du barrage de Gebidem / Management of solid transport during the annual flushing of the dam Gebidem

Le bassin versant de la Massa (VS), à l'amont du barrage de Gebidem, a une superficie de 200 km² environ dont 65% en couverture de glacier. La Massa se caractérise par un régime hydrologique glaciaire marqué par des débits importants durant les mois d'été. La retenue de Gebidem intercepte annuellement 400'000 à 600'000 m³ de

The watershed of the Massa River (VS) upstream of Gebidem dam, has a surface of approximately 200 km². About 65% of it's area is covered by glaciers. Massa is characterized by a glacial hydrology marked by significant flows during summer months. The reservoir of Gebidem intercepts annually some 400' 000 to 600' 000 m³

matériaux solides. Afin d'évacuer ces dépôts, la retenue est soumise à une purge annuelle qui dure habituellement entre 3 et 4 jours. Lors de cette évacuation, le chenal de chasse a tendance à se remplir de sédiments selon une progression qui va de l'aval vers l'amont, occasionnant des débordements parfois spectaculaires (Fig. 1).

of solid materials. In order to evacuate these deposits, the reservoir is subjected to an annual flushing, which usually takes 3 to 4 days. During the evacuation, the flushing channel tends to be progressively filled with sediments towards downstream causing sometimes spectacular overflows (Fig. 1).



Figure 1: Purge de 1999, débordement dans le chenal de chasse de La Massa / *Flushing of 1999, overflow in the Massa channel*

Dans le but d'apporter une solution à ce problème, il a été proposé de dériver vers le chenal une part de débit (variant entre 0 et 15 m³/s) prélevée sur l'aménagement voisin des CFF. L'objet de l'étude est de valider et d'optimiser la solution proposée pour éviter l'ensablement du chenal de chasse.

It was proposed to derive an additional water flow (variable between 0 and 15 m³/s) towards the channel. The water is taken on an installation close to the CFF. The objective of the study is to validate and optimize the suggested solution, in order to avoid sediment deposition in the flushing channel.

S'agissant de la modélisation d'écoulements bi-phasiques, les paramètres à considérer sont:

In a two-phase flow model, the parameters to be considered are:

- la nature du fluide (viscosité et masse volumique);
- *The nature of the fluid (viscosity and density),*

- la nature des sédiments (granulométrie et masse volumique).

Dans ce concept, la modélisation physique est destinée à reproduire les effets tri-dimensionnels de l'écoulement et à fournir les résultats nécessaires au calage et à la validation du modèle numérique. La modélisation numérique permettra quant à elle de procéder à une analyse de sensibilité des principaux paramètres à considérer en vraie grandeur.

La modélisation physique a été réalisée sur un modèle du chenal de la Massa construit à l'échelle 1:18. Les essais d'alluvionnement (sans débit de dilution additionnel) ont mis en évidence les mécanismes de dépôt des sédiments dans le chenal, confirmant la formation d'un régime d'antidunes dans le chenal, avec une accumulation progressive des sédiments de l'aval vers l'amont. Les essais de dilution ont montré que l'évacuation des sédiments dans le chenal se fait de l'amont vers l'aval, par vagues successives. Les résultats des essais sur modèle physique ont servi de base au calage du modèle numérique.

La modélisation numérique a été réalisée à l'aide du logiciel DEPERO, basé sur une modélisation pseudo-stationnaire qui calcule de manière couplée, la ligne d'eau et le transport solide dans un cours d'eau. Après le calage du modèle numérique, une étude de sensibilité a été entreprise en comparaison de la purge de 1999, pour quantifier la réponse à la variation des facteurs suivants:

- le débit de dilution, compris entre 0 et 15 m³/s,
- le diamètre des sédiments, compris entre 1 et 3 mm.

L'introduction d'un débit de dilution en

- *The nature of the sediments (granulometry and density).*

In this context, physical modeling intends to reproduce the three-dimensional effects of the flow and to provide results necessary to adjust and validate the numerical model. Numerical modeling will make it possible to carry out a sensitivity analysis of the principal parameters to consider at full-scale.

Physical modeling was carried out on a 1:18 scaled model of the la Massa channel. The aggradation tests (without additional diluting sedimentation flow) highlighted the mechanisms in the channel, confirming the formation of antidunes in the channel, with a progressive accumulation of the sediments from downstream towards upstream. The tests with dilution showed that the evacuation of the sediments in the channel is made from upstream towards downstream, by means of successive waves. The results given by the physical tests were used as a basis for the adjustment of the numerical model.

The numerical modeling was carried out using the model DEPERO, a pseudo-stationary software that calculates in a coupled way hydraulic grade lines and solid transport in a river. After calibration, a sensitivity analysis was undertaken on the basis of the purge results of 1999, marked by overflows. This quantified the influence of the following parameters:

- *The diluting flow, ranging between 0 and 15 m³/s*
- *The diameter of the sediments, ranging between 1 and 3 mm*

The introduction of a diluting flow of the

tête du chenal se confirme comme une solution efficace. Elle devrait être opérée de manière anticipée et progressive afin d'éviter la formation d'une accumulation des sédiments purgés dans la partie aval du chenal.

Etude confiée par ELECTRA-MASSA.

Ingénieurs de projet : Selim Sayah et Olivier Aguet

channel reveals to be efficient. This should be done in an anticipated and progressive way, in order to avoid accumulation of flushed sediments in the downstream part of the channel.

Study entrusted by ELECTRA-MASSA.

Project engineers : Selim Sayah and Olivier Aguet

1.2.7 Concept de protection contre les crues de la Viège - Essais sur modèle physique / New concept of flood protection in the Viège basin - physical modelling

La Viège, rivière valaisanne qui récolte les eaux des deux vallées de Saas et de Zermatt avant de se jeter dans le Rhône, présente des risques majeurs de débordement à son extrémité aval, dans la traversée de la ville de Viège. A cet endroit, le cours d'eau est canalisé et son débordement occasionnerait une inondation importante des zones situées en contrebas. En rive droite notamment, la zone industrielle présente un fort potentiel de dommages et un risque de pollution chimique des eaux. Il est dès lors nécessaire d'assurer la protection de ce périmètre afin d'éviter toute inondation de la ville et surtout de sa zone industrielle. La crue d'octobre 1993, lors de laquelle la Viège a submergé le pont de la route cantonale, a bien mis en évidence le déficit actuel de capacité hydraulique du cours d'eau pour la crue centennale.

L'étude sur modèle avait pour but de tester et d'optimiser différentes variantes d'aménagement destinées à augmenter la capacité hydraulique de la Viège entre le pont de la route cantonale et son embouchure dans le Rhône.

Un modèle physique à fond fixe a été

The Viège river, in the canton Wallis, drains the water of two large catchments, the Saas valleys of Zermatt and Saas Fee. Upstream of its junction with the Rhone river, the Viège river flows through Viège, a village that composes an industrial and potentially polluting area. This area is located directly downstream of the overtopping sections. In case of a flood event, the water needs to be controlled and conducted downstream to the Rhone river, avoiding any damage in the industrial zone.



Figure 1: Vue du modèle physique durant un essai / View of the physical model during a test.

construit à l'échelle 1:50 dans le laboratoire. D'une longueur de 35 mètres et comprenant deux ponts importants, ce modèle a permis la modélisation d'un tronçon de 1700 mètres de la Viège en amont de son embouchure dans le Rhône.

L'étude a tout d'abord permis la détermination de la hauteur minimale des murs en rive droite pour éviter tout débordement de ce côté. Des surélévations de 1 mètre au maximum ont été proposées. Le modèle a montré que la plus grande partie des débordements en rive gauche se produisaient à l'aval du pont CFF, sans compromettre la sécurité du centre-ville. L'amplitude des débordements n'excédait pas 15 m³/s pour une crue de 500 m³/s et 90 m³/s pour une crue extrême de 660 m³/s.

Une solution technique consistant à profiler le bord d'attaque des ponts a été testée, qui a permis une réduction allant jusqu'à 50 cm des surélévations de murs nécessaires.

Etude confiée par la commune de Viège.

Ingénieur de projet : Frédéric Jordan

The aim of the physical modelling was to verify the current discharge capacity and to optimise flood protection measures for increase of the capacity of the river.

A 1:50 scaled physical model was built and includes two important bridges. The model length of 35 meters reproduces the last 1700 meters between the village and the junction with the Rhone river.

The study allows determination of the size of the embankments in order to avoid right bank overtoppings. The tests show the influence of left bank overtoppings on the water surface and estimate the overtopped discharges at values from 15 m³/s for a 500 m³/s flood and 90 m³/s for an extreme flood of 660 m³/s.

Another parameter of influence was the shape of the bridges. Appropriate shape optimisation was able to reduce the water level and the energy line up to 50 cm, which allowed to reduce embankment heightening.

Study entrusted by the city of Viège.

Project engineer : Frédéric Jordan

1.2.8 Barrage de Mattmark – Vérification de la sécurité de l'aménagement vis-à-vis de la crue extrême / The Mattmark dam - Verification of security towards an extreme flood

La retenue de Mattmark, située dans la partie amont de la vallée de Saas dans le Haut-Valais, est un élément déterminant pour la protection contre les crues de cette vallée et en particulier de la ville de Viège, située à la confluence de la Viège et du Rhône. Grâce à son volume de rétention de plus de 100 mio m³, cette retenue dispose d'une importante capacité de

Mattmark Dam is located in Wallis, in the upper zone of the Saas valley catchment area. This dam is a key parameter for the protection against floods in that region, where the very high discharges of the Viège river can lead to severe damages down-stream. Having a total capacity of 100 mio m³, the resevoir is able to significantly reduce the peak flow and is part of the

laminage des crues. Elle fait partie intégrante du concept de protection de la ville de Viège.

Dans le but de créer un volume de stockage supplémentaire dans la retenue, une surélévation de 2 m de l'évacuateur de crue a été réalisée en 2001. Ce volume, acheté par l'Etat du Valais, ne peut pas être utilisé pour la production hydro-électrique.

flood protection concept of the village of Viège.

With the aim of creating a supplementary storage volume in the reservoir, a two meters heightening of the spillway was realised in 2001. This new storage volume, bought by the Canton of Valais, cannot be used for common hydropower operations.



Figure 1: Vue du nouvel évacuateur de crue / View of the new spillway of the Mattmark dam

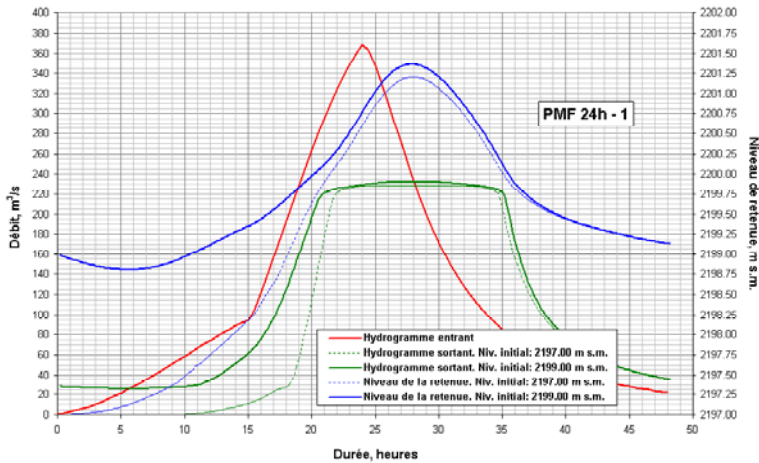


Figure 2: Comportement de la retenue pour une crue extrême de 24 heures / Behaviour of the reservoir during a 24 hours extreme flood

Dans ce contexte, cette étude avait comme objectif principal de vérifier le comportement hydraulique du nouvel ouvrage lors de crues extrêmes.

Les principaux résultats obtenus dans le cadre de cette étude sont la confirmation du bon fonctionnement de l'ouvrage d'évacuation, de l'efficacité du laminage produit par la retenue et de la sécurité de la digue lors d'événements extrêmes.

L'effet de laminage a atteint un minimum de 37% dans toutes les simulations effectuées. Le débit maximum évacué n'a jamais dépassé 230 m³/s et la revanche disponible a toujours été supérieure à 1.60 m par rapport à la cote de danger de la digue.

Etude confiée par le canton du Valais (SRCE).

Ingénieur de projet : Frédéric Jordan

The study was done to check the behaviour of the new installation during extreme floods, by numerical simulation of precipitation, runoff and evacuation.

The results of the simulations showed that the security of the reservoir was sufficient for all the tested situations, even the most extreme for which meteorological, runoff and reservoir parameters were maximized.

The minimum reduction obtained for the peak discharge was 37 %. The maximum discharge flowing downstream the hydropower plant was 230 m³/s and the minimum remaining height under the dam crest was 1.60 m

Study entrusted by the Canton of Valais (SRCE).

Project engineer : Frédéric Jordan.

1.2.9 Aménagement de Spullersee - Adaptation de l'évacuateur de crue / *Spullersee hydraulic scheme - adjustment of the Spillway*

L'aménagement hydroélectrique de Spullersee, propriété des chemins de fer autrichiens, a été construit dans les années 1922 à 1926. La retenue qui se situe dans le Vorarlberg est fermée par deux barrages poids. En 1963 les barrages ont été surélevés de 3,3 m à l'aide d'éléments en béton. Des tirants d'ancrage garantissent la stabilité de ces éléments ainsi que la stabilité du barrage entier.

Vu la difficulté de contrôle et de maintenance des ancrages, qui subissent une altération due à la corrosion, il a été décidé d'assurer la stabilité du barrage par un renforcement du parement aval. Cette option conduit à la mise hors service d'un des deux évacuateurs de crue. Afin de respecter les critères de sécurité, la capacité de l'évacuateur de crue restant doit être augmentée en conséquence. La forme de l'évacuateur et de la crête du déversoir présentent quelques particularités qui nécessitaient une étude sur modèle physique de l'ouvrage. La modélisation à l'échelle 1:15 de l'écoulement d'approche, du déversoir, de l'auge et du coursier a permis de montrer que la capacité hydraulique de l'ouvrage est suffisante (Fig. 1). Les conditions de déversement, influencées par la forme du déversoir, la forme de sa crête et de son dispositif d'aération ainsi que par la topographie du lac, ont pu être améliorées. Les essais ont également permis le rehaussement du fond de l'auge sans réduction de la capacité de l'évacuateur.

Etude confiée par Lombardi Ingénieurs-Conseils SA et les Chemins de fer autrichiens (ÖBB)

Ingénieur de projet: Tobias Meile

The Spullersee hydraulic scheme, which is property of the Austrian railways, was built between 1922 and 1926. The reservoir is closed by two gravity dams. In 1963 the damcrests have been elevated 3,3 m by using concrete elements. Anchorage guarantees the stability of these elements as well as the stability of the whole dam body.

Considering the difficulty of control and maintenance of anchorages, which suffer from corrosion, it has been decided to guarantee the future stability by a reinforcement of the downstream face. This option leads to elimination of one of the two free overflow spillways. In order to respect safety criteria, the remaining spillway must be adapted. The shape of the overfall and the cylindrical crested weir require a physical model analysis.

The physical model at a 1:15 scale covered the approach flow, the overfall, the trough and the spillway. The tests showed that the hydraulic capacity of the structure is sufficient (Fig. 1). Discharge capacity may be improved by the shape of the overfall, the shape of its weir, the aeration slot and the lake topography. The tests allowed a raising of the bottom of the trough without reducing the capacity of the structure.

Study entrusted by Lombardi Consulting Engineers Ltd. and Austrian Federal Railways

Project engineer: Tobias Meile



Figure 1: Gauche: Déversement dans l'auge, légères perturbations en rive droite (Q=74m³/s) / *Left side: Lateral overflow, minor flow disturbances on the right bank (Q=74m³/s)*
 Droite: Ecoulement sur le coursier, ondes de chocs (Q=74m³/s) / *Right side: Flow on the spillway, shock waves (Q=74m³/s)*

1.2.10 Etude sur modèles physiques de dispositifs dissipateurs d'énergie en hydraulique pluviale / *Physical model study of energy dissipating structures in pluvial hydraulics*

Le travail a consisté en une étude sur modèles réduits de deux types de descentes d'eau, utilisées par la SNCF dans les systèmes de drainage des lignes ferroviaires à grande vitesse. Les essais avaient pour objectif d'optimiser le concept et d'établir les bases théoriques de dimensionnement d'ouvrages similaires. L'étude était subdivisée en 5 phases: la définition d'un critère d'efficacité et du projet de

The study concerned physical modelling of two types of energy dissipating structures used by the SNCF in the drainage system of the high-velocity train tracks. The tests aimed at optimising their hydraulic concept and defining guidelines for the design of similar works in the future. The study was divided into 5 phases: definition of design criteria and modelling procedure; construction of

modélisation, la construction des modèles réduits, les tests des configurations de base, l'optimisation des descentes d'eau, et l'établissement du rapport final.

La descente type DE03 est constituée d'un coursier lisse incliné à 33° terminé par un bassin dissipateur à paroi d'impact en pied de chute. Elle a été étudiée à l'échelle 1:5 pour un débit de dimensionnement de 300 l/s en vraie grandeur.

hydraulic models; testing original geometries; optimisation of structures; and, establishment of a final report.

The first structure has a smooth 33° sloped spillway with a dissipating basin at its end that is equipped with an impact wall. The scale of this model was 1:5, for a design discharge of 300 l/s at prototype scale.



Figure 4: A gauche: Descente d'eau pluviale en escalier type DE04 à Avignon (France), à droite: Modèle réduit de la descente lisse type DE03 / *Left: The stepped energy dissipating structure type DE04 at Avignon (France). Right: The physical model of the smooth energy dissipating structure type DE03.*

La descente type DE04 est composée d'une cascade de 9 chutes successives inclinée à 45°, aboutissant sur une auge orientée à 90°. Elle a été étudiée à l'échelle 1:10 pour un débit de dimensionnement de 8 m³/s en vraie

The second structure is composed of a cascade channel inclined at 45°, ending up in 90° bended basin at its toe. It was studied at a 1: 10 scale for a design discharge of 8 m³/s at prototype scale. The two structures are

grandeur. Les modèles réduits correspondent à deux ouvrages construits dans la région d'Avignon, France (Fig. 1).

Les premières phases ont été réalisées en 2002, montrant un comportement satisfaisant de la descente lisse et le dysfonctionnement de la descente en cascade pour les débits de projet. La suite du projet en 2003 comprendra l'optimisation du concept des descentes, ainsi que l'établissement de consignes pour le dimensionnement d'ouvrages similaires.

Mandant : Société Nationale des Chemins de Fer Français (SNCF - France)

Ingénieur de projet: Pedro Manso

representative for existing works in the region of Avignon – France (Fig. 1).

The first three phases of the project were finished by the end of 2002, showing satisfying design of the smooth chute but an unsatisfying flow pattern for the cascaded chute at given design discharges. The next phase of the project contains optimisation of the chutes and establishment of design guidelines.

Client : Société Nationale des Chemins de Fer (SNCF – France)

Project engineer: Pedro Manso

1.2.11 Tunnel du Lötschberg: étude du comportement hydraulique du système d'évacuation des eaux d'incendie / Lötschberg tunnel: hydraulic behaviour of the flammable liquids evacuation system

Le tunnel de base du Lötschberg, d'une longueur de 34 km, permettra d'ici 2010 une meilleure exploitation du réseau ferroviaire suisse. Toutefois, de récents événements ont montré que la sécurité d'exploitation de tels ouvrages est un problème difficile à résoudre. En particulier, le risque d'incendie dans la galerie doit être réduit au maximum car il représente un danger majeur pour la les usagers et pour l'ouvrage lui-même. Dans le but de limiter la durée d'un éventuel incendie et d'en réduire les dégâts, un système d'évacuation des liquides inflammables a été conçu de manière à évacuer le plus rapidement possible le combustible (Fig. 1). Ce système d'évacuation a été testé dans le laboratoire sur un modèle physique à l'échelle 1:1.

The new tunnel of Lötschberg, with a length of 34 km will allow optimal exploitation of the railway network in 2010. However, recent events have shown the difficulty of sustaining a sufficient level of security in such systems. This is particularly true for protection against fire, which is a very dangerous situation in a tunnel for both people and structure. In order to reduce the risk of severe fire, an evacuation system of flammable liquids was conceived. The system should be able to evacuate the highest discharge in order to minimize the duration of the fire. It has been modelled in the Laboratory at a 1:1 scale.

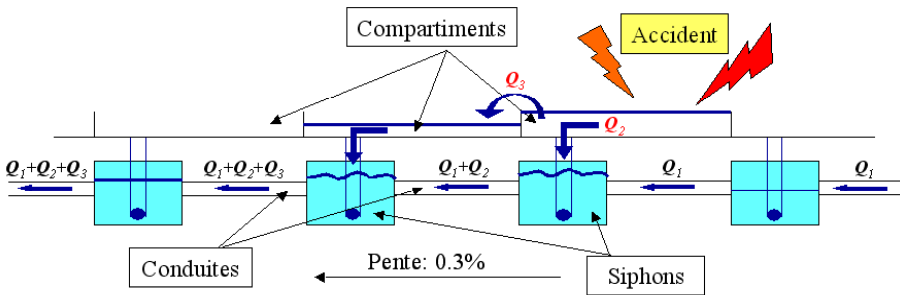


Figure 1: Concept d'évacuation des eaux d'incendie / Evacuation concept of potentially dangerous liquids

Le système d'évacuation se compose d'une conduite connectant en série, tous les 80 m, des siphons destinés à empêcher la propagation vers l'aval de l'air entraîné dans le système. Ces siphons servent en même temps de collecteurs pour le liquide répandu sur la chaussée du tunnel, évacué par l'intermédiaire de grilles.

Les essais sur modèle physique ont permis l'estimation des pertes de charge réelles dans le système. Dans tous les cas, les coefficients de perte de charge obtenus sont supérieurs aux valeurs théoriques. Cela est dû principalement à la formation de bulles d'air, responsables d'instabilités dans l'écoulement. Les coudes et le brassage dans les siphons ont aussi une influence non négligeable.

Un autre point important mis en évidence par les essais est l'effet de l'aération de la conduite lors de son remplissage. Sans aération, un bouchon d'air se crée à l'amont des siphons, provoquant un abaissement

The system is composed of a series of pipes, siphons and storage compartments. The siphons are useful for avoiding air transport through the system and, thus, the explosion of flammable liquids.

Physical modelling allowed understanding of the behaviour of such a complex system. It was possible to measure the effect of turbulence and air entrainment on head losses and reduction of the hydraulic capacity. The measured head losses were significantly higher than the theoretical ones.

However, the tests could help attesting that the system provides a sufficient minimal evacuation capacity.

Another particularity was highlighted thanks to the physical modelling. The filling up of the system in the beginning of an accident resulted in a dangerous increase of the air pressure in the pipes and in the siphons. This strongly reduced the hydraulic capacity. Thus, recommendations were given to the

important de la ligne d'eau dans la conduite et une surélévation du niveau d'eau sur la chaussée par surpression d'air. Ce phénomène augmente fortement les pertes de charge à l'entrée des siphons, au point que la capacité du système se retrouve pratiquement réduite à zéro, rendant caducque l'efficacité du système d'évacuation. L'aération des conduites à l'entrée des siphons est donc indispensable au bon fonctionnement du système.

Etude confiée par BLS AlpTransit AG.

Ingénieur de projet : Frédéric Jordan

client in order to modify the concept, so that the risk of reduction of the evacuation capacity during an accident becomes minimal.

Study entrusted by BLS AlpTransit Ltd.

Project engineer : Frédéric Jordan

1.2.12 La Sionne dans la traversée de Sion / The Sionne-river on its crossing of Sion

La Sionne est un cours d'eau qui traverse la ville de Sion. Dans le périmètre de la « Place de Tanneries », elle s'écoule à ciel ouvert dans un canal artificiel, entre deux murs en moellons quasi verticaux (Fig. 1).

The Sionne-river crosses the town of Sion mainly through covered channels. However, in the region of the "Place de Tanneries", open channel flow between two near - vertical walls occurs (Fig. 1).



Figure 1: La Sionne à la Place des Tanneries à Sion / The Sionne-river at the "Place des Tanneries" in Sion

Un projet d'aménagement de la place des Tanneries vise à élargir la section du cours d'eau sur ce tronçon en créant une succession de marches d'escalier en rive gauche. Le but du projet est à la fois d'augmenter la capacité hydraulique de la Sionne pour le passage des crues et de créer un espace de détente au sein de la ville de Sion. Les marches d'escalier sont aménagées en canaux, dans l'esprit des Bisses valaisans.

The present study aims at widening the section of the river at this location by creating a succession of stairs along the left bank. The goal of the project is to increase the hydraulic capacity of the Sionne river flood passage and to create a recreation zone within the town of Sion. The steps along the river are arranged in channels in the spirit of the typical local irrigation channels.

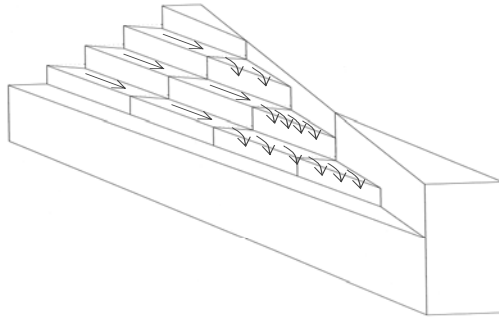


Figure 2 : Représentation schématique d'une partie de la fontaine / *Sketch of the fountain formed by steps*

Afin de tester le fonctionnement hydraulique de la fontaine, formée par les marches d'escaliers, quelques éléments clés de cette dernière ont été étudiés sur modèle physique à l'échelle 1:3. En parallèle, le canal aménagé a été modélisé numériquement pour simuler les conditions d'écoulement en situations de crue.

Les essais sur modèle à l'échelle 1:3 ont permis de déterminer les débits d'alimentation des marches et de proposer l'amélioration de détails constructifs. Ceux-ci concernent en particulier la forme de la section d'écoulement et la hauteur des bordures de marches.

Les calculs numériques ont permis de déterminer les lignes d'eau, pri-

In order to test the hydraulic operation of the fountain, formed by the steps (Fig. 2), some elements were studied on a physical model of scale 1:3. The modified channel geometry has also been modelled numerically to simulate the flow conditions during flood situations.

The physical model tests made it possible to find the optimal discharge on the fountain steps and to propose improvements of constructive details. These concerned in particular the form of the step cross-section and the height of the step side edges.

Numerical computations determined the water levels during floods, which is important for the construction of future bridges. They also allowed to define

mordiales pour l'implantation des futurs ponts et passerelles. Ils ont également mis en évidence les limites de débordement sur les rives gauche et droite, dans la perspective de les éviter pour une crue centennale et de les maîtriser pour une crue extrême.

Etude confiée par le Service des travaux publics de la Municipalité de Sion.

Ingénieur de projet: Tobias Meile

overflow zones on the left and right bank. Overflow is avoided for a centennial rising and controlled for an extreme rising.

Study entrusted by the Service of public works of the municipality of Sion.

Project engineer: Tobias Meile

1.2.13 Le Rhône à l'amont du Léman - Modélisation hydraulique numérique HEC-RAS et base de données ArcView / The Rhone River upstream of Lake Geneva - HEC-RAS numerical model and ArcView database

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

Lors d'études déjà effectuées, les responsables ont remarqué la difficulté de travailler avec les données existantes sur le Rhône, notamment en ce qui concerne la disponibilité et la numérotation des profils en travers du cours d'eau. Dans ce contexte, le LCH a été mandaté en novembre 2001 pour effectuer la récolte de toutes les informations disponibles et nécessaires à la réalisation d'une base de données géoréférencées et construire un modèle numérique 1D unique du Rhône, depuis son embouchure dans le Léman jusqu'à Brigue.

Une des tâches principales de l'étude consistait à déterminer le kilométrage

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

During past studies, the authorities noticed the difficulties in working with the existing Rhone River data, particularly with regards to the availability and the identification of the river cross sections. In this context, in November 2001, the LCH was mandated to collect all available geometrical data and to prepare a geo-referenced database necessary to build a single digital 1D model of the Rhone River from Lake Geneva to Brig.

One of the principal tasks of the study was to determine the mileage of the Rhone River cross sections. As a result, the overall length of the Rhone River defined between Lake Geneva

des profils en travers du Rhône. La longueur totale du Rhône ainsi définie entre le Léman et Brigue est de 118.610 km.

Le modèle numérique 1D complet a été établi sur la base des levés les plus récents et étalonné par rapport aux laisses de crue relevées en octobre 2000. Par la suite, les lignes d'eau de la crue de projet de la 3^{ème} correction du Rhône ont été calculées.

Les coordonnées nationales des points de rive et du talweg ainsi que le futur label kilométrique des profils en travers ont été réunis pour une représentation dans la base de données ArcView.

and Brig is 118.610 km.

The full 1D digital model was built on the basis of the most recent topographic surveys and calibrated with the existing observed flood marks of the October 2000 flood. Thereafter, the water surface elevations for the project flood discharges defined for the 3rd Rhone correction were calculated.

The national coordinates of the left and right banks and of the thalweg as well as the future mileage label of the cross sections were integrated for illustration into the ArcView database.

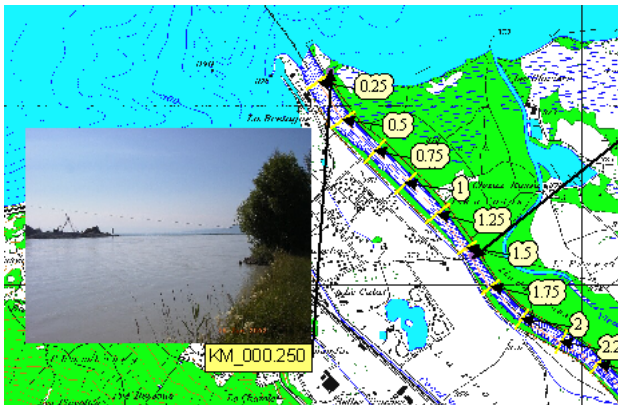


Figure 1: Interface ArcView sur fond de carte topographique avec l'identification des profils en travers et des photos du Rhône / ArcView interface on a topographic map background with identification of cross sections and pictures of the Rhone

Les planches de fond sont constituées des cartes topographiques à l'échelle 1:25'000. Elles permettent l'identification de toutes les données concernant le Rhône par rapport au terrain. La base de données a été complétée par l'intégration d'environ 80 photos montrant le Rhône entre le Léman et Brigue (Fig. 1).

Le projet de la 3^{ème} correction du

The interface's background consists of the topographic maps at a 1:25'000 scale. They allow identification of all river related data with regard to the terrain. The database was completed with the integration of approximately 80 pictures showing the Rhone River between Lake Geneva and Brig (Fig. 1).

The 3rd Rhone correction is a

Rhône est d'envergure nationale. Il doit reposer sur des bases fondamentales solides. L'analyse de la situation actuelle a montré non seulement un déficit de sécurité contre les crues mais aussi l'absence de références claires et univoques sur la géométrie actuelle du cours d'eau.

L'étude fournit un modèle numérique 1D entre et le Léman et Brigue, calé sur la base des observations faites après la crue d'octobre 2000. Il contient également une base de données ArcView inventoriant plus de 600 profils en travers, ainsi qu'une documentation photographique avec quelques 80 images. Cette information est complétée par les résultats de simulation du passage de la crue de projet HQ₁₀₀ cible de la 3^{ème} correction du Rhône.

Etude confiée par le Service des routes et des cours d'eau du Canton du Valais pour la 3^{ème} correction du Rhône

Ingénieurs de projet : Dr Giovanni De Cesare et Tilak Raj Bhattarai

largescale national project. It must rely on solid fundamental bases. The analysis of the existing situation showed not only the deficiency regarding flood protection, but also the absence of clear and univocal references on the existing river geometry.

The study provides a digital 1D model between Lake Geneva and Brig, calibrated with regard to observations made after the October 2000 flood. Moreover, it contains an ArcView database including more than 600 cross sections, as well as a photographic documentation with some 80 pictures. This information is completed by the simulation results of the passage of the HQ₁₀₀ cible project flood defined for the 3^d Rhone correction.

Study entrusted by the "Service des routes et des cours d'eau" of the Canton of Valais for the 3^d Rhone correction

Project engineers: Dr. Giovanni De Cesare and Tilak Raj Bhattarai

1.2.14 Influence des nouveaux ponts ferroviaires sur le Rhône à Rarogne / *Influence of the new 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. L'étude a porté sur l'influence de ces nouveaux ponts sur l'écoulement du Rhône, ainsi que sur l'érosion de son lit et de ses berges.

The new Lötschberg base tunnel is together with the new Gotthard base tunnel, part of the New Transalpine Railway-System. Its southern extremity 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 physical and numerical modeling have been performed at the LCH. The subject of the study was the influence of these new bridges on the flow of the Rhone River and on the scouring of its bed and banks.

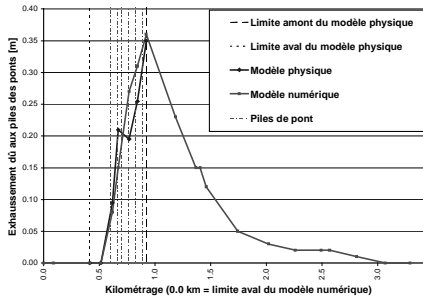


Figure 1: Influence des piles de ponts sur le niveau d'eau / *Influence of the bridges piers on the water level*



Figure 2: Fosse d'érosion relevée autour d'une pile / *Scouring around a bridge pier*

Sur la base des essais et calculs réalisés sur les modèles physique et numérique, il résulte que les ponts NLFA provoquent:

1. une surélévation du niveau amont de la ligne d'eau (Fig. 1) qui peut atteindre près de 50 cm, pour un débit de 1000 m³/s; une vérification de la hauteur des digues amont est nécessaire;
2. 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;
3. 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;
4. un affouillement autour des piles (Fig. 2: érosion en "fer à cheval") qui ne dépasse pas le socle de fondation, tant que le niveau du lit

According to the results of the experiments and the computations the new railway bridges produce:

1. a raising of the upstream water level (Fig. 1), which can reach almost 50 cm for a discharge of 1000 m³/s; a check of the height of the upstream embankments is necessary;
2. a progressive slowing-down of the flow (about 15 %) upstream of the bridges; this can induce a local modification of sediment transport, leading to an aggradation on the upstream reach;
3. a local acceleration of the flow near the piers, which may induce an increased loading on the banks; this has to be considered to design the streambank protection works;
4. a scouring around the bridge piers (Fig. 2: "horseshoe" scouring), which doesn't extend under the foundation, while the bed level isn't modified. In case of piers located near the banks, this scouring is an additional load that has to be

n'est pas modifié; 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.

considered for design of the streambank protection works.

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

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

1.2.15 Aménagement hydroélectrique sur l'Avançon à Bex / *Hydroelectric installation on the Avançon-river in Bex*

Dans le but d'améliorer l'exploitation de son droit d'eau universel sur la commune de Bex dans le canton de Vaud, le propriétaire se propose de modifier l'aménagement existant constitué d'une prise d'eau sur la rivière de l'Avançon, d'un canal d'amenée et d'une conduite forcée alimentant une mini-centrale. Une étude déjà menée au Laboratoire de constructions hydrauliques a montré que la réalisation de ce projet est a priori possible et a permis de proposer un certain nombre d'améliorations.

Suite à une séance consacrée à l'examen de ce projet, plusieurs vérifications supplémentaires ont été exigées par le Service des eaux, sols et assainissement du Canton de Vaud dans le but de compléter le dossier avant de le soumettre à l'enquête publique. Du point de vue hydraulique, le cas de blocage de la vanne-clapet en position levée sur le seuil de la prise d'eau restait à examiner pour une crue centennale ou extrême.

La modélisation numérique avec le logiciel HEC-RAS a apporté les réponses attendues concernant le comportement de l'Avançon. L'iden-

In order to optimise the exploitation of its universal right of water in the village of Bex, Switzerland, the owner proposes to modify the existing installation. It is made up of a water intake on the Avançon river, of a headrace canal and a pressure pipe feeding a mini-power station. A study already accomplished at the Laboratory of Hydraulic Constructions showed that this project is feasible. The mentioned study proposed a number of project improvements.

A meeting devoted to the examination of the improved project resulted in several additional verifications required by the Service of water, soil and river rehabilitation of the Canton Vaud, with the aim to complete the document before subjecting it to a public enquiry. From the hydraulic point of view, the situation of a blocked tilting gate in raised position on the sill remained to be examined for a 100 year or extreme flood.

The numerical model (HEC-RAS) provided the expected answers concerning the behaviour of the Avançon-river. The identification of the overflow areas for the passage of a 100

tification des zones de débordement a permis d'adapter le projet pour le passage d'une crue centennale avec un blocage de la vanne-clapet en position levée. Il a également été démontré que la ligne d'eau du cas ci-dessus enveloppe celle de la crue extrême avec la vanne-clapet en position baissée. Ce constat ouvre des perspectives intéressantes dans la gestion du risque résiduel.

Etude confiée par le propriétaire M. D. Hubert, Bex.

Ingénieur de projet : Tobias Meile

year return period flood rising with a blocked tilting gate made possible the adaptation of the project. It was also shown that the waterline of the above case is more extreme than the waterline of the extreme rising with the tilting gate in dropped position. This opens interesting perspectives for residual risk management.

Study entrusted by the owner, M. D. Hubert, Bex.

Project engineer : Tobias Meile

2. ENSEIGNEMENT / TEACHING

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

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 deuxième session (2001–2003) du cycle postgrade en aménagements hydrauliques.

Institutions partenaires

Les institutions partenaires sont:

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

Objectifs

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

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 second session (2001 – 2003) of the Postgraduate studies in hydraulic schemes.

Associated institutions

The associated institutions are:

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

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

projet. Un accent particulier est mis sur les connaissances acquises en milieu alpin concernant la production hydroélectrique et la protection contre les crues. Ces compétences, largement reconnues, sont offertes avec succès dans le monde entier par de nombreux bureaux et entreprises. L'ingénieur issu de la postformation pourra se profiler comme chef de projets en aménagements hydrauliques à buts multiples, dans un domaine d'activité appréhendé au sens large et couvrant tout le cycle de vie des aménagements.

Domaines

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

- Gestion et ingénierie des ressources en eau
- Conception intégrée et impact des aménagements hydrauliques
- Dimensionnement et réalisation des aménagements hydrauliques et barrages
- Aménagements hydroélectriques
- Aménagements de cours d'eau et protection contre les crues
- Systèmes urbains
- Economie, planification et gestion de projets
- Revitalisation de cours d'eau et génie biologique.

Organisation et structure du cycle

Le cycle offre 600 heures d'enseignement sur deux ans et se termine par la réalisation d'un travail de 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

attention is given to the acquired competences in Alpine regions regarding the use of hydropower and flood protection, skills recognised world-wide and applied with success by many engineering companies in their international business. After having successfully completed our course of study, a participant should be qualified to assume the function of chief project engineer of hydraulic multiple purpose projects, able to deal with a large range of activities covering the whole life cycle of hydraulic schemes.

Topics

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

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

Organisation and course structure

The program of approximately 600 hours of lectures during two years ends with the completion of a Master's 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

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

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 avec visite de l'aménagement au fil de l'eau d'Augst-Wyhlen le 18 octobre 2002 avec les participants à la 2^{ème} session 2001 - 2003 / *Field trip with visit of the Augst-Wyhlen run-of-the river plant, 18th October 2002 with participants of the second session 2001 - 2003*

Participants à la deuxième session

La deuxième session est suivie par 24 candidats au cycle complet, ressortissants des pays suivants : Algérie (1 personne), Autriche (1), Bénin (1), Inde (1), Iran (4), Kosovo (1), Népal (1), Pérou (1), Sénégal (2) et Suisse (11).

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

Participants of the second session

The second session is followed by 24 full time participants, citizens of the countries listed here below: Algeria (1 person), Austria (1), Benin (1), India (1), Iran (4), Kosovo (1), Nepal (1), Peru (1), Senegal (2) and Switzerland (11).

12 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 draining works</i>	42 heures, 5 ou 7 ^{ème} semestre avec Dr M. Altinakar

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

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

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

Organisation, économie et droit de la construction I / <i>Organisation, economics, construction law I</i>	28 heures, 7 ^{ème} semestre avec Prof. Dr P. Tercier et Prof. Dr A. Schleiss
Organisation, économie et droit de la construction II / <i>Organisation, economics, construction law II</i>	28 heures, 8 ^{ème} semestre avec Prof. Dr P. Tercier et Prof. Dr A. Schleiss

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

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

2.2.2 Cours de 2^{ème} cycle en génie rural / Graduate courses in Rural 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 56 heures, 5^{ème} semestre
Hydraulics II and sewer networks

Gestion des eaux de surface II 4 heures, 8^{ème} semestre
Surface water management II 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*

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

Module 4: Aménagements hydroélectriques
Hydroelectric power plants
10 heures

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

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

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

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

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

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

Module 4: Aménagements hydroélectriques
Hydroelectric power plants
16 heures

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

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

Module 4: Aménagements hydroélectriques
Hydroelectric power plants
6 heures

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

Module 4: Aménagements hydroélectriques
Hydroelectric power plants
6 heures

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

Module 3: Dimensionnement et réalisation des aménagements hydrauliques et des barrages
Design and construction of hydraulic schemes and dams
10 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 51 heures, 5^{ème} semestre
Applied Hydraulics I

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

**2.4 Projets et laboratoires du 2^{ème} cycle en génie civil – semestres d'hiver 2001/2002 et d'été 2002
Graduate student projects and laboratory work in Civil Engineering – winter semester 2001/2002 and summer semester 2002**

Projet de construction / Construction project

Mini centrale sur la rivière Ribo (TI)

Etudiants : U. Wyss – 5^{ème} semestre, E. Cosandey – 7^{ème} semestre

Renaturation du cours d'eau de la Broye

Etudiant(e)s : F. Huguenin – 5^{ème} semestre, B Ziegler, M. Soldini, O. Müller, M. Radermacher - 7^{ème} semestre

Modélisation en 3D d'une prise d'eau

Etudiant : Ph. Däniker – 7^{ème} semestre

Implantation et prédimensionnement du barrage de Seymareh en Iran

Etudiant : S. Naciri – 8^{ème} semestre

Projet de l'aménagement du Kelchbach à travers la ville de Naters

Etudiant(e)s : D. Mendez, F. Héritier, C. Astori, M. Giovanola, M. Soldini – 8^{ème} semestre

Projet de systèmes civils / *Civil system project*

Plan générale d'évacuation des eaux (PGEE) de la commune de Gorgier (NE)

Etudiant : U. Wyss – 6^{ème} semestre

Analyse et optimisation du système hydroélectrique de la Gougria en Valais

Etudiante : C. Astori – 8^{ème} semestre

Laboratoires

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

Etudiant : M. Soldini – 7^{ème} semestre

Digues fusibles et submersibles pour la protection contre les crues

Etudiant : A. Moujane – 6^{ème} semestre

Etude sur modèle d'un ouvrage de contrôle des crues

Etudiant : M. Hachem – 6^{ème} semestre

Etudes des écoulements aérés à hautes vitesses sur macro-rugosités

Etudiant : O. Mueller – 8^{ème} semestre

STS (Science – Technique – Société)

La migration piscicole – les passes à poisson

Etudiants : S. Pilloud, A. Jeanneret, 5^{ème} semestre

Ruptures de barrages

Etudiant : J. Hindle, 5^{ème} semestre

Facteur de gain des aménagements de production d'électricité

Etudiants : P. Favre, S. Naciri, 7^{ème} semestre

La mer d'Aral

Etudiant : C. Vuilleumier, 7^{ème} semestre

Le risque de la guerre de l'eau au Proche-Orient

Etudiantes : A. Moujane, M. Hachem, 5^{ème} semestre

Le barrage d'Assouan, sur le Nil

Etudiant : H. Moukhliiss, 6^{ème} semestre

Le projet de barrage des Trois-Gorges, en Chine

Etudiants : C. Vuilleumier, P.-A. Mange, 6^{ème} semestre

2.5 Travaux pratiques de diplôme - octobre 2001 à mars 2002 ***Diploma thesis works – October 2001 to March 2002***

Renaturation du cours d'eau de La Broye (Vaud/Fribourg).

Entre Moudon et le lac de Morat, La Broye a subi d'importantes corrections durant le siècle écoulé. Etude des possibilités de renaturation du cours d'eau en préservant sa capacité hydraulique et en considérant l'espace vital dont il a besoin ainsi que la reconstitution d'un lit alluvial à l'aide de granulats disponibles dans la région. Vérification de l'état d'équilibre de la solution proposée et évaluation de l'impact environnemental du projet.

Diplômante : Marietta VON PETERSDORFF

Lauréate du Prix Maggia

Dynamic stiffness of foundation in layered halfspace based on wave propagation in cones.

The key aspect of any dynamic soil-structure-interaction or foundation-vibration analysis is the calculation of the fully coupled interaction force-displacement relationship in the nodes located on the structure-soil interface. The study to be carried out by the candidate will treat the following points: development of the equations based on one-dimensional wave propagation for a site with any number of layers, calculation of the dynamic stiffness of embedded and as a special case surface foundations and the corresponding relations in the time domain, development of a user-friendly program in MATLAB, comparison with rigorous solutions based on three-dimensional elastodynamics, documentation of the program procedure and writing of a user manual with theoretical description.

Diplômant : Matthias PREISIG

Lauréat du Prix De Cerenville

Accroissement de capacité de l'aménagement hydroélectrique de la Morobbia (Tessin). Etude de Faisabilité.

Lors des discussions pour l'attribution de la concession de l'aménagement de la Morrobia en 1942, il était question d'inclure dans le projet les eaux de la vallée d'Arbedo. L'utilisation des eaux de la vallée a fait l'objet de discussions. Le but du travail est de permettre de déterminer les volumes d'eau disponibles au moyen d'une étude hydrologique, la faisabilité technique et économique d'une adduction depuis la vallée d'Arbedo, et la faisabilité technique et économique d'une surélévation du barrage de Carmena.

Diplômant : Luca SAVOLDELLI

Barrage de Seymareh (Iran).

Le site du barrage de SEYMAREH se situe sur la rivière du même nom, au sud-ouest de l'Iran. Le barrage a pour but premier la production d'électricité. Il permettra également d'approvisionner en eau d'irrigation des terrains agricoles déjà exploités. L'objectif du travail de diplôme est de concevoir et d'optimiser l'aménagement de

Seymareh, en particulier le dimensionnement et l'optimisation des ouvrages d'évacuations des crues, ainsi que du système d'amenée à la centrale.

Diplômant : Benoît CHARBONNIER

Mini-centrale hydroélectrique sur la rivière Ribo.

La rivière Ribo est un torrent qui s'écoule dans la vallée de Vergelletto. Le Ribo se jette de la rivière Isorno à proximité du village de Russo, qui, elle-même se jette dans la Maggia. Il n'existe aucun aménagement hydroélectrique dans le Val Vergelletto. A l'aval, l'Isorno est captée à la cote 500 msm et alimente le collecteur de l'aménagement hydroélectrique de la Maggia. L'objectif du travail est d'analyser la faisabilité et d'exposer un avant-projet d'un aménagement exploitant le potentiel de la Ribo.

Diplômante : Dina BRÜGGER

Prévision à court terme des débits de fonte des glaciers alpins à l'aide d'un réseau de neurones artificiels – Application à l'aménagement de Grande-Dixence.

Le barrage de Grande Dixence se remplit avec de l'eau provenant des précipitations mais surtout de la fonte estivale de la neige et de la glace accumulées dans les vallées d'Hérens et du Mattertal. Une grande partie de cette eau doit d'abord être pompée pour être amenée à l'altitude de 2400 m dans le collecteur principal alimentant le barrage. La prévision à court terme (jusqu'à 72 heures) des débits arrivant dans les bassins des usines de pompage est d'une importance primordiale pour leur exploitation. Développement d'un modèle de prévision à l'aide d'un réseau de neurones artificiels.

Diplômant : Tobias MEILE

Selection of near-optimal solutions in an exhaustive enumeration scheme for the optimization of pipe networks.

The diploma thesis is carried out in the Department of Civil Engineering at Colorado State University under the direction of Professor Johannes Gessler. In the mid 1980s, Johannes Gessler, under sponsorship of the U.S. Army Corps of Engineers developed the software package WADISO (Water Distribution System Analysis and Optimization.). The goals are to develop one or more new "fast algorithms" and to implement them within WADISO; and to compare their efficiency with the current "fast algorithm."

Diplômant : Philippe HELLER

Lauréat du Prix Maggia

2.6 Excursions d'étudiants

Student excursions

Barrages de Rossens et Maigrauge (EEF), 20 étudiants du 7^{ème} semestre en génie civil (1er février 2002)

Mèbre-Sorge, aménagements de protection contre les crues, 15 étudiants du 6^{ème} semestre en génie civil (4 février 2002)

Barrage de Montsalvens et Gruyères, 14 étudiants du 2^{ème} cycle postgrade en aménagements hydrauliques (1er mars 2002)

Aménagement hydroélectrique et barrage de Mauvoisin; chantier de la transformation de la prise d'eau et de la vidange de fond, 24 étudiants du 6^{ème} semestre en génie civil (22 mai 2002)

Barrage de la Grande Dixence / Centrale de Bieudron, 20 étudiants du 2^{ème} cycle postgrade en aménagements hydrauliques (27 septembre 2002)

Réhabilitation des aménagements au fil de l'eau d'Augst-Wyhlen et de la Maigrauge à Fribourg; 18 étudiants du 2^{ème} cycle postgrade en aménagements hydrauliques (18 octobre 2002)

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

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.

The Scaled Boundary Finite Element Method, John Wiley and Sons, 2003, 361 pages, ISBN 0 471 486825.

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

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

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

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

2.8 Polycopiés *Student course books*

Schleiss Anton

Aménagements hydrauliques, 431 pages, septembre 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 2001
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

Mouvet Laurent

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

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

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 3rd International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering

Du 9 au 11 septembre 2002, le «Third International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering» (3rd ISUD) a réuni à l'EPFL des chercheurs et professionnels du monde entier pour discuter des résultats d'application de la méthode de mesure par ultrasons à effet Doppler dans le domaine de la mécanique des fluides.

Quarante-trois participants provenant de huit pays différents ont fait le voyage à Lausanne. Les institutions représentées étaient les Universités techniques de Graz et de Prague, les Universités de Gifu, de Keio, de Hokkaido et le «Tokyo Institute of Technology» au Japon, l'Université de Warwick au Royaume Uni, l'Université de Missouri-Rolla et l'«Ohio State University» aux USA, deux centres de recherche allemands à Rossendorf et Karlsruhe, le «Swedish Institute for Food and Biotechnology», l'Ecole d'ingénieurs du canton de Vaud, le PSI, l'ETHZ, l'EPFL et cinq entreprises privées.

From 9th to 11th September 2002, the Third International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering (3rd ISUD) brought together, at the EPFL researchers and professionals from the whole world to discuss their results from the application of the ultrasonic Doppler methods in the domain of Fluid Mechanics.

Forty-three participants coming from eight different countries made the journey to Lausanne. The represented institutions were the Technical Universities of Graz and Prague, the Universities of Gifu, Keio, Hokkaido and the Tokyo Institute of Technology in Japan, the University of Warwick in the United Kingdom, the University of Missouri-Rolla and the Ohio State University in the USA, two German research centers in Dresden and Karlsruhe, the Swedish Institute for Food and Biotechnology, the Engineering School of the Canton of Vaud, the PSI, the ETHZ, the EPFL, and five private companies.



Figure 1: Photo de groupe des participants du 3rd ISUD devant le bâtiment principal de l'EPFL / *Group photograph of the 3rd ISUD participants in front of EPFL main building*

Le programme du symposium, divisé en six sessions réparties sur trois jours, comportait des présentations sur toutes les applications actuelles de la technique. Le lundi soir, les participants ont pu visiter le laboratoire d'hydraulique de l'EPFL. Le mardi après-midi était consacré à une excursion en bateau sur le Léman avec visite du Château de Chillon, suivie du «Met-Flow Symposium Dinner» à l'hôtel Victoria de Glion sur Montreux.

The scientific program, divided into six short sessions over three days, featured contributions on all actual applications of the technique. On Monday evening, the participants had the opportunity to visit the hydraulic laboratory of the EPFL. Tuesday afternoon was dedicated to a boat trip on Lake Geneva as well as to the visit of the Chillon Castle followed by the "Met-Flow Symposium Dinner" in the Hotel Victoria in Glion above Montreux.



Figure 2: Visite du laboratoire d'hydraulique de l'EPFL / *Visit of the experimental hydraulic laboratory of the EPFL*

A cette occasion, deux doctorants de l'EPFL, Daniel Hersberger du LCH et Adhy Kurniawan du Laboratoire d'hydraulique environnementale (LHE), ont été distingué comme lauréats du «ISUD 2002 - Asahi Ryunetsu Student Paper Award».

Le compte rendu du Symposium ainsi que chaque article individuel sont disponibles au secrétariat du LCH ainsi qu'on-line en tant que fichier pdf sur le serveur WEB de l'après-Symposium (<http://lchwww.epfl.ch/3rd-ISUD>).

On this occasion, two PhD Students from the EPFL, Daniel Hersberger of the LCH and Adhy Kurniawan of the Environmental Hydraulics Laboratory (LHE), were distinguished as joint prize-winners of the "ISUD 2002 - Asahi Ryunetsu Student Paper Award".

The full proceedings, as well as each individual paper, are available at the LCH secretary and also on-line as pdf file on the post-Symposium Website (<http://lchwww.epfl.ch/3rd-ISUD>).

3.2 Conférence-atelier international sur l'affouillement de massifs rocheux par des jets plongeants à haute vitesse *International Workshop on Rock Scour due to falling high-velocity jets*

La Conférence-atelier Internationale sur l'affouillement de massifs rocheux par des jets plongeants à haute vitesse a été organisée à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) par le Laboratoire de constructions hydrauliques (LCH) et co-organisée par l'Association Internationale d'Ingénierie et Recherche en Hydraulique (AIRH), l'Association Américaine d'Ingénieurs Civils (ASCE), le U.S. Army Corps of Engineers (USACE), le Geo-Institute de l'ASCE, le Comité suisse des Barrages (SWISSCOD) et l'Association suisse des Ressources en Eau (SWV). L'événement a été sponsorisé par Electrowatt-Ekono Ltd., Suisse, Engineering and Hydrosystems Inc., Etats-Unis d'Amérique, Lombardi Engineering Ltd, Suisse, IM Ingegneria Maggia Ltd., Suisse et Stucky Ingénieurs-conseils Ltd., Suisse.

Quarante-trois délégués de 11 différents pays (Belgique, Canada, Iran, Islande, Italie, France, Portugal, Suisse, Espagne, Etats-Unis d'Amérique et Royaume-Uni – Fig. 1) sont venus. Ils comprenaient des ingénieurs confirmés et des chercheurs.

L'affouillement de massifs rocheux ayant été l'objet de nombreuses études pendant les dernières décennies, l'atelier a réuni des experts de différentes origines pour faire une collecte des expériences du passé, définir l'état des connaissances actuel sur ce sujet et identifier les vecteurs de recherches futures. Le sujet principal a été l'affouillement causé par des jets

The International Workshop on Rock Scour due to falling high-velocity jets was held in Lausanne at the Swiss Federal Institute of Technology (EPFL). It was organised by the Laboratory of Hydraulic Constructions (LCH) and co-hosted by the International Association of Hydraulic Engineering and Research (IAHR), the American Society of Civil Engineers (ASCE), the U.S. Army Corps of Engineer (USACE), the Geo-Institute of the ASCE, the Swiss Committee on Dams (SWISSCOD) and the Swiss Association for Water Resources (SWV). The event was sponsored by Electrowatt-Ekono Ltd., Switzerland, Engineering and Hydrosystems Inc., United States, Lombardi Engineering Ltd, Switzerland, IM Ingegneria Maggia Ltd., Switzerland and Stucky Consulting Engineers Ltd., Switzerland.

43 delegates from 11 different countries (Belgium, Canada, Iran, Iceland, Italy, France, Portugal, Switzerland, Spain, USA and UK – Fig. 1) attended the workshop. The participants included experienced engineers and researchers.

Rock scour has been the subject of several studies over the last decades and the workshop intended to gather experts from different backgrounds and make a collection of past experiences, define the present state-of the art knowledge on this subject and the objectives for further research. The workshop focused on rock erosion by high velocity jets issuing from overflow

issus de déversoirs vannés/non-vannés ou d'orifices.

L'érosion créée par un jet plongeant peut se développer jusqu'à mettre en danger les fondations du barrage et la stabilité des versants de la vallée. L'objectif de l'évaluation de l'affouillement est de définir la profondeur ultime de la fosse d'érosion, ainsi que sa géométrie finale et son évolution temporelle.

gated/un-gated crest or chute spillways or orifices and the resulting erosion due to falling jet impact.

Scour can grow to endanger the dam foundations and the valley slopes stability. The aim of scour evaluation is to define the ultimate scour depth, its final geometry and, if possible, its evolution in time.



Figure 1: Participants à la Conférence venus de Belgique, Canada, Iran, Islande, Italie, France, Portugal, Suisse, Espagne, Etats-Unis d'Amérique et Royaume-Uni / Workshop participants came from Belgium, Canada, Iran, Iceland, Italy, France, Portugal, Switzerland, Spain, USA and UK (photo LCH).

Le problème est fortement multidisciplinaire et exige une approche intégrée concernant le comportement couplée de l'eau, l'air et le rocher. Ces questions sont aussi l'objet de recherche dans le domaine de l'érosion de falaises rocheuses et des dégâts aux structures de protection côtière par impact des vagues.

Dans la leçon d'ouverture, intitulée

The problem is highly multidisciplinary and demands an integrated approach relating water-air-rock coupled behaviour. Similar research is underway on erosion of rock cliffs and damage of coastal structures by wave impact.

In the introduction lecture entitled "Scour evaluation in space and time – the challenge of dam designers", Prof.

“Scour evaluation in space and time – the challenge of dam designers”, Prof. A. Schleiss a fait une revue de l'état de l'art. Des méthodes empiriques, semi-empiriques et d'autres plus récentes, dites physiquement basés, pour l'évaluation de l'affouillement ont été présentés et leurs avantages discutés.

Les premiers deux types sont plus simples et donc adéquats pour les étapes préliminaires ou de faisabilité des projets, et sont normalement suivis par des essais sur modèle physique. Les résultats de la recherche récente entrepris par Dr E. Bollaert au LCH ont contribué à une meilleure connaissance des processus physiques de l'affouillement, dès la sortie du jet et sa trajectoire dans l'air, l'impact dans le bassin amortisseur (ou fosse d'érosion), l'excitation dynamique de fissures du rocher (ou de joints du revêtement du bassin) jusqu'en résonance, la propagation de fissures par « hydraulic jacking » et l'éjection de blocs de rocher par soulèvement dynamique. Il en résulte un modèle physiquement basé pour évaluer l'affouillement ultime et son développement dans le temps.

Des questions encore ouvertes concernent l'évaluation du débit prépondérant pour l'établissement d'une géométrie de fosse d'équilibre (et les durée et période de retour) la fosse, ainsi que l'effet de la hauteur du coussin d'eau en aval, l'influence d'une aération forcée du jet par division de celui-ci. Les principaux aspects de projet sont la définition des conditions de sortie du jet, la construction d'une contre-barrage, le revêtement du bassin amortisseur ou la pré-excavation de la fosse d'érosion.

Les sessions techniques ont abordé les cas d'étude et les observations sur

A. J. Schleiss made a review of state-of-the-art. Empirical, semi-empirical and recent physical-based methodologies for rock scour evaluation were presented and their advantages discussed.

The former are more adequate for the preliminary and feasibility design stages and are normally followed by physical model studies. Recent advances in research carried out by Dr. E. Bollaert have improved the understanding of the physical process leading to rock scour, from jet issuance and travel in the air, to impingement in the plunge pool, excitation of rock fissures (or concrete slab joints or cracks) by pressure waves up to resonance, fissure propagation by hydraulic jacking and block ejection by dynamic uplift This has led to a new completely physically-based model for evaluation of the ultimate scour depth and time evolution. Open questions concern the evaluation of the prevailing discharge for ultimate scour formation (and associated duration and return period), as well as the effect of a downstream water cushion, the influence of forced aeration of the jet by splitting. Main design features concern the jet issuance conditions (e.g. at the lip of a flip bucket), the construction of a tailpond dam or of a lined stilling basin, or the pre-excavation of the plunge pool.

Technical sessions focused on case studies and prototype observations, physical modelling and scale effects, jet aeration and air entrainment in plunge pools, time scale effects and break-up resistance of rock, and numerical modelling. Twenty-one invited papers were presented.

Modelling of transient two-phase water pressures inside closed-end rock joints,

prototype, la modélisation physique et les effets d'échelle, l'aération du jet et l'entraînement d'air dans la fosse d'érosion, les effets d'échelle temporels et la résistance à la fracturation du rocher, et la modélisation numérique. Vingt et un articles invités ont été présentés.

La modélisation d'écoulements transitoires biphasiques à l'intérieur de fissures fermées avec un schéma en volumes finis couplé à l'optimisation d'un algorithme numérique génétique présente des résultats prometteurs et ouvre certainement la voie au développement de modèles intégraux de l'affouillement de massifs rocheux. Une autre application pratique est la simulation d'un système de drainage d'un bassin amortisseur dont le revêtement est fissuré, sous l'impact dans jet libre plongeant, en utilisant des spectres d'énergie quasi-prototype obtenus expérimentalement, pour exciter les fissures du bassin amortisseur.

La conférence-atelier a été conclue par une table ronde très animée, menée par le Prof. H.T. Falvey. Il a été recommandé de poursuivre la recherche sur la base des processus physiques, ainsi que de créer une base de données pour garder des informations sur des événements produits sur prototypes. Il a été fort recommandé d'inclure dans la pratique du projet des paramètres comme l'intensité de turbulence à la sortie du jet, l'aération dans le bassin amortisseur et les fissures, ainsi que les caractéristiques spécifiques du massif rocheux en question.

by means of a finite volume scheme coupled with a numerical genetic algorithm optimisation seems promising and certainly opens the way for further developments of comprehensive scour models. Another practical application is the simulation of the drainage system of a cracked plunge pool liner under the impact of a free falling jet, using recently obtained near-prototype power spectral density functions to excite the plunge pool lining cracks.

The workshop was concluded by a highly participated round table led by Prof. H.T. Falvey. The need to continue with research so to obtain, in some decades, a fully coupled air-water-rock numerical model to simulate the entire physical process of rock scour both in time and space, was unanimously recognized. The creation of a database in the framework of existing international associations in the field of hydraulic structures, to compile prototype information of observed events and scour progression was considered important for the validation of scour evaluation methods. Furthermore, the evaluation of key parameters such as the jet turbulence intensity at issuance, jet diameter or thickness at impact, air concentration in the pool and inside rock fissures, as well as site-specific rock characteristics should be taken in consideration in design practice

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

Risk analysis for dams: merits, limits and credibility

Dr. Harald KREUZER

Consulting Engineer, Switzerland (07.02.2002).

Civil engineering education in the USA

Prof. Dr. Johannes GESSLER

Colorado State University, College of Engineering, USA (12.03.2002).

Worldwide actions against oil spills

Stuart GAIR

OSRL - Oil Spill Response Ltd, Southampton, England, UK (21.03.2002)

Erosion du rocher par des jets à haute vitesse

Dr Erik BOLLAERT

EPFL - LCH, Laboratoire de constructions hydrauliques, Suisse (22.03.2002)

River engineering on the search for the eco-technical optimum - a course from bed narrowing to widening and turning back?

Prof. Dr. Friedrich SCHÖBERL

Universität Innsbruck, Institut für Wasserbau, Austria (11.04.2002)

Putting a project back on track: Nam Leuk case study, Laos

Dr. Sebastian W. BAUER

Formerly: ADB - Asian Development Bank, Manila, Philippines (23.05.2002)

Barrage naturel et glissement du lac Sarez (Tadjikistan): conception d'un système d'auscultation et d'alarme

Dr Patrice DROZ

Stucky, Ingénieurs-Conseils SA, Renens, Suisse (04.07.2002)

Erosion dans les méandres de rivières - Influence de la rugosité des murs de rive sur l'écoulement et l'érosion de canaux courbes avec lit de gravier

Dr Daniel HERSBERGER

EPFL - LCH, Laboratoire de constructions hydrauliques, Suisse (20.09.2002)

Le Monolithe flottant de l'Arteplage de Morat

Dr Philippe MENETREY

Emch + Berger AG, Berne, Suisse (17.10.2002)

Effet d'obstacles et de jets sur l'alluvionnement des retenues par courants de turbidité

Dr Christoph OEHY

EPFL - LCH, Laboratoire de constructions hydrauliques, Suisse (06.12.2002)

3.4 Conférences internes au LCH *Home conferences at LCH*

Erik Bollaert "**Jets à haute vitesse**" (18.01.2002)

Selim Sayah "**Contractible Floating Softwall Reservoir for the confinement and recuperation of oil slick**" (25.01.2002)

Stéphanie André "**Écoulements à hautes vitesses sur macro-rugosités**" (15.02.2002)

Selim Sayah "**Sédimentation du canal de purge du barrage de Gebidem**" (26.04.2002)

Sheila Demierre "**Influence d'un déversoir latéral sur le transport solide dans un canal prismatique à lit mobile**" (17.05.2002)

Daniel Hersberger "**Influence de la macro-rugosité des murs de rive sur l'écoulement et l'érosion dans les méandres de rivières avec charriage**" (05.07.2002)

Tobias Meile "**Transformation de l'évacuateur de crues du barrage de Spullersee**" (25.10.2002)

Frédéric Jordan "**Protection contre les crues à Baltschieder**" (15.11.2002)

Stéphanie André "**Écoulements à hautes vitesses sur macro-rugosités**" (20.12.2002)

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

Fachtagung Hochwasserschutz: Hochwasser und Umgang mit dem Restrisiko, Biel, 17. Januar 2002.

A. Schleiss, Präsident des Organisationskomitees und Sessionsleiter.

Third International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering. EPFL, Lausanne, Switzerland, 9 – 11 September 2002.

A. Schleiss, Member of Scientific Committee;

G. De Cesare, Member of Organizing Committee.

International Workshop on Rock Scour due to High-velocity Jets. EPFL, Lausanne, Switzerland, 25 –28 September 2002.

A. Schleiss, Chair of the Organizing Committee and Chairman;

E. Bollaert, Scientific Administrator and Chairman.

XXI IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems. EPFL, Lausanne, Switzerland, 9 – 12 September 2002.

A. Schleiss, Chairman.

Internationales Symposium "Moderne Methoden und Konzepte im Wasserbau". ETH Zürich, Zürich, Schweiz, 7. - 9. Oktober 2002.

A. Schleiss, Wissenschaftlicher Beirat und Sessionsleiter.

Hydro 2002. Kiris, Turkey, 4 – 7 November 2002.

Schleiss, Member of Scientific Committee.

International Symposium on Dam Maintenance and Rehabilitation, SEPREM, Madrid, Spain, 11. – 13. November 2002

L. Mouvet, Member of Scientific Committee

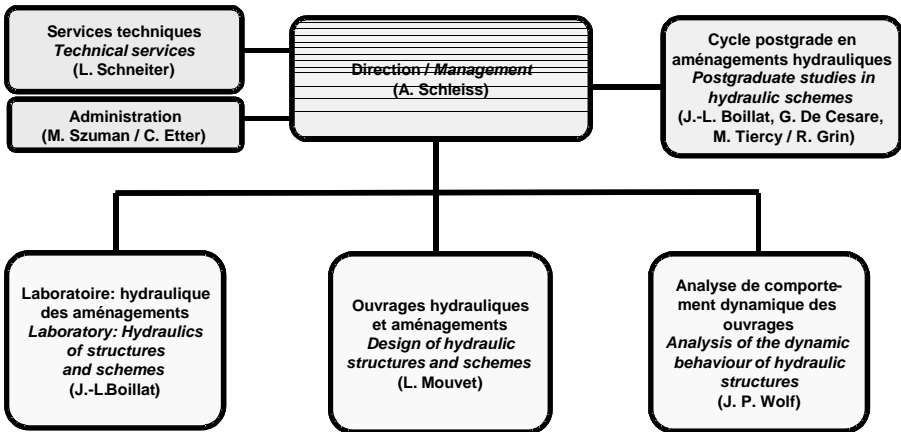
Interpraevent 2004, Riva del Garda, Italie

J.-L. Boillat, Wissenschaftlicher Beirat

4. PERSONNEL STAFF

4.1 Organisation du LCH *Organisation of LCH*

Laboratoire de constructions hydrauliques *Laboratory of Hydraulic Constructions*



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

Prof. Dr Anton Schleiss

Directeur du Cycle Postgrade / *Director of Postgraduate Studies*

Dr Jean-Louis Boillat

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

Dr Giovanni De Cesare

Administrateur du Cycle Postgrade / *Administrator of Postgraduate Studies*

Martine Tiercy / Regula Grin

Secrétaire du Cycle Postgrade / *Secretary of Postgraduate Studies*

4.2 Collaborateurs en 2002 Staff in 2002



Carte de vœux 2002 du LCH / Season's Greetings card 2002 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

Laurent Mouvet 01.05.1994 – 31.10.2002

Dr John P. Wolf de / since 01.04.1988

Administrateur du Cycle Postgrade / Administrator of Postgraduate Studies

Dr Giovanni De Cesare de / since 09.03.1992

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

Frédéric Jordan de / since 01.04.2001

Tobias Meile de / since 01.04.2002

Philippe Heller de / since 01.09.2002

Philippe Chèvre de / since 01.01.2002

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

Stéphanie André de / since 01.09.1998

Erik Bollaert 01.09.1996 – 30.03.2002

Sheila Demierre de / since 01.07.2000
Daniel Hersberger 01.04.1997 – 31.10.2002
Selim Sayah de / since 01.10.2000
Pedro Filipe De Almeida Manso de / since 01.10.2000
Christoph Oehy de / since 17.05.1999

Stagiaires / Trainees (étudiants postgrade / postgraduate students)

Tilak Raj Bhattarai de / since 18.09.2001
Soleyman Emami de / since 18.09.2001

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
Louis Schneiter de / since 25.10.1971

Secrétariat du LCH / LCH Secretariat

Maria Szuman 01.02.1990 31.03.2002
Carole Boéchat (apprentie) 14.08.2000 31.03.2002
Caroline Etter (temps partiel) de / since 01.04.2002
Stéphanie Rochat (apprentie) de / since 12.08.2002

Secrétariat du cycle postgrade / Postgraduate studies secretariat

Martine Tiercy (temps partiel) 01.02.1999 30.11.2002
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

Dr - Ing. Johannes BÜHLER, IHW, ETH-Hönggerberg, Zürich, Schweiz
Hôte académique / Academic visitor 01.03.2002 – 30.03.2002

Dr - Ing. Henry T. FALVEY, Colorado State University, Fort Collins, USA
Professeur invité dans le cadre du programme d'échange ERCOFTAC /
ERCOFTAC exchange program invited professor 01.09.2002 – 30.09.2002

Prof. Michel PIROTON, Université de Liège, Faculté des sciences hydrauliques,
Belgique
Professeur invité dans le cadre du programme d'échange ERCOFTAC /
ERCOFTAC exchange program invited professor 25.11.2002 – 21.12.2002

Dr - Ing. Georges William ANNANDALE, Engineering & Hydrosystems Inc., Ranch, Colorado, USA

Membre du jury de these / *Member of doctorate thesis jury*

28.02.2002 – 02.03 2002

Prof. Alan ERVINE, University of Glasgow, UK

Membre du jury de these / *Member of doctorate thesis jury*

28.02.2002 – 02.03 2002

Dr - Ing. Henry T. FALVEY, Colorado State University, Fort Collins, USA

Membre du jury de these / *Member of doctorate thesis jury*

28.02.2002 – 02.03 2002

Prof. Marcelo GARCIA, University of Illinois,Urbana, USA

Membre du jury de these / *Member of doctorate thesis jury*

06.11.2002 – 10.11.2002

Prof. Johannes GESSLER, Colorado State University, Fort Collins, USA

Membre du jury de these / *Member of doctorate thesis jury*

11.03.2002

19.09.2002 – 20.09.2002

Prof. Gerhard H. JIRKA, Institut für Wasserwirtschaft, Universität Karlsruhe, Deutschland

Membre du jury de these / *Member of doctorate thesis jury*

06.11.2002 – 07.11.2002

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

Membre du jury de these / *Member of doctorate thesis jury*

28.02.2002 – 02.03 2002

Prof. Helmut SCHEUERLEIN, Institut für Wasserbau, Universität Innsbruck, Oesterreich

Membre du jury de these / *Member of doctorate thesis jury*

19.09.2002 – 20.09 2002

4.4 Nouvelle entreprise créée par un collaborateur du LCH *Start-up created by LCH staff*

En 2002 un ancien doctorant, Dr Erik Bollaert, a créé son propre bureau d'ingénieurs "AquaVision engineering" à Lausanne. Ce bureau est spécialisé dans la modélisation numérique en ingénierie hydraulique, géotechnique et environnementale.

In 2002 a former doctoral student of LCH, Dr. Erik Bollaert has founded his own engineering company "AquaVision engineering". This start-up, located in Lausanne, is specialized in numerical modelling in hydraulic, geotechnic and environmental engineering.

4.5 Événements spéciaux ***Special events***

4.5.1 Visite d'une délégation de l'Université Technique de Dresden / *Visite of a delegation of the Dresden University of Technology*

A l'occasion de leur voyage d'études un groupe de 27 ingénieurs et chercheurs de l'Université Technique de Dresden (Technische Universität Dresden, Gesellschaft der Förderer des Hubert-Engels-Institutes für Wasserbau und Technische Hydromechanik) a rendu visite au LCH le 2 mai 2002. Après s'être informés sur l'enseignement et la recherche au LCH, les visiteurs ont suivi la démonstration de plusieurs modèles dans la halle d'hydraulique.

During a technical excursion, a delegation of 27 engineers and researchers of the Dresden University of Technology (Gesellschaft der Förderer des Hubert-Engels-Institutes für Wasserbau und Technische Hydromechanik) visited the LCH on may 2, 2002, where they were informed on the research and teaching activity, followed by a demonstration of several test facilities in the hydraulic laboratory.

4.5.2 Visite d'une délégation du Japan Water Resources Environment Technology Center / *Visit of a delegation of the Japan Water Resources Environment Technology Center*

16 délégués du Japan Water Resources Environment Technology Center ont visité le LCH le 12 septembre 2002 pour échanger leurs connaissances et expériences dans le domaine de la sédimentation de retenues et des méthodes d'évacuation des sédiments. Plusieurs collaborateurs du LCH ont informé ces visiteurs sur leurs activités en recherche fondamentale et appliquée sur le transport de sédiments et l'alluvionnement des retenues. La visite a été suivie par une excursion aux barrages de Mauvoisin et de Gebidem.

16 delegates from the Japan Water Resources Environment Technology Center visited the LCH on September 12, 2002, with the purpose to exchange experiences and knowledge on the topic of reservoir sedimentation and flushing procedures. They were informed by several research associates on the ongoing applied and fundamental research activities in the field of sediment transport and reservoir sedimentation. The visit was followed by an excursion to Mauvoisin and Gebidem arch dam.

4.5.3 Visite de la table ronde européenne de formation d'entrepreneurs pour ingénieurs / *Visit of the European Roundtable on the Entrepreneurship Education for Engineers*

Pendant la conférence européenne 2002 de la table ronde de formation d'entrepreneurs pour ingénieurs, les délégués ont visité les installations de modélisation du LCH

During the European Conference 2002 of the Roundtable on Entrepreneurship Education for Engineers, the delegates visited the laboratory test facilities of the LCH

4.5.4 Passeport vacances / "*Holiday passport*"¹

Comme chaque année en été, le Laboratoire a accueilli des adolescents inscrits au passeport vacances. Les 9 et 10 juillet 2002 des groupes de 15 élèves ont visité les installations et suivi des démonstrations où les jeunes visiteurs ont pris une part active.

As is the habit in summer, the Laboratory received the visit of teenagers who took part in the "holiday passport". Groups of 15 scholars visited the installations and actively followed demonstrations on 9th and 10th July 2002.

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

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

Schleiss Anton

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Commission de l'enseignement 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)*.

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)*.

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)*.

Membre du Comité permanent du Grand-Prix Mondial de l'Eau Hassan II. Président de la "Task Force on Dams"

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.

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

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)*.

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

Comité suisse des barrages – CSB (membre individuel) / *Swiss Committee on Dams (individual member)*

Mouvet Laurent

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

Commission internationale des grands barrages – CIGB (membre du Comité technique sur les crues) / *International Commission on Large Dams - ICOLD (member of the Technical Committee on Floods)*.

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

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

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 (member)*.

Oehy Christoph

Comité suisse des barrages – CSB (membre individuel) / *Swiss Committee on Dams (individual member)*

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

6.1 Invités *Invited*

Schleiss Anton

Massnahmen gegen die Verlandung durch Trübeströme / *Measures against reservoir sedimentation due to turbidity currents*

Int. Fachtagung "Entlandung von Stauräumen, Universität der Bundeswehr München, Deutschland, 24./25. Juni 2002.

Hochwasser und Geschiebe – eine gefährliche Kombination / *Floods and bed load transport – a dangerous combination*

Nürnberger Wasserwirtschaftstage, ATV – DVWK, Nürnberg, Deutschland, 27. Juni 2002.

Boillat Jean-Louis

Modélisation des crues sur un bassin versant aménagé
CREALP, Sion, Suisse, 6 juin 2002.

Modélisation des crues du Rhône en Valais, événement d'octobre 2000.
EINEV, Yverdon, Suisse, 14 juin 2002.

Influence des réservoirs à accumulation sur la protection contre les crues.
Interreg, Grande-Dixence, Sion, Suisse, 2 juillet 2002.

Le projet Minerve

Service des forces hydrauliques du Canton de Valais, Sion, Suisse, 26 septembre 2002.

Wolf John P.

Dumping-Solvent Extraction – a Free Lunch,
University of Western Australia, Perth, November 2002

6.2 Autres conférences *Other conferences*

Schleiss Anton

Scour evaluation in space and time – the challenge of dam designers

International Workshop on Rock Scour due to High-velocity Jets, EPFL, Lausanne, Switzerland, September 25 – 28, 2002

Physikalisch begründeter Ansatz zur Abschätzung von Felskolken infolge Hochdruckstrahlen / *Physically based approach for the estimation of rock scour due to High-velocity Jets*

Internationales Symposium "Moderne Methoden und Konzepte im Wasserbau", ETH Zürich, Zürich, Schweiz, 7. – 9. Oktober, 2002

Wolf John P.

Dynamic stiffness of foundation embedded in layered halfspace.

University of New South Wales, Sydney, Australia, November 21, 2002

5th European Conference on Numerical Methods in Geotechnical Engineering, Paris, France, September 4 – 6, 2002

12th European Conference on Earthquake Engineering
London, England, September 8 – 14, 2002

De Cesare Giovanni

Numerical 3D modelling of the vertical mass exchange induced by turbidity currents in Lake Lugano (Switzerland).

5th International Conference on Hydro-Science and -Engineering (ICHE), Warsaw, Poland, September 18-21, 2002,

Boillat Jean-Louis

Schaffung eines Rückhaltevolumens im Stausee Mattmark für den Hochwasserschutz

Internationales Symposium "Moderne Methoden und Konzepte im Wasserbau", VAW, ETH Zürich, Zürich, Schweiz, 7. –9. Oktober, 2002

MINERVE, a Tool for Flood Prediction and Management in Valais

International Conference "Mountains, Sources of Water, Sources of Knowledge", Institut Kurt Bösch, Sion, Switzerland, October 8 – 10, 2002

Prise d'eau et vidange de fond de la retenue de Mauvoisin

Seminaire sur "L'alluvionnement des retenues", LCH, EPFL, Lausanne, Suisse, 12 septembre 2002

Hersberger Daniel

Scour formulae and their applicability to coarse gravel alpine rivers
River Flow 2002

Louvain – la – Neuve, Belgique, September 4 – 6, 2002

Measurement of 3D Flow Field in a 90° Bend with Ultrasonic Doppler Velocity Profiler

Third International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering

Asahi Ryunetsu Student Paper Award pour l'article "*Measurement of 3D flow field in a 90° bend with Ultrasonic Doppler Velocity Profiler*",
EPFL, Lausanne, Suisse, September 9 – 11, 2002

Jordan Frédéric

Réservoir à sédimentation à Baltschieder

Seminaire sur "L'alluvionnement des retenues", LCH, EPFL, Lausanne, Suisse,
12 septembre 2002

Oehy Christoph

Le Lac du Grimsel

Seminaire sur "L'alluvionnement des retenues", LCH, EPFL, Lausanne, Suisse,
12 septembre 2002

Einfluss von Hindernissen auf das Fliessverhalten von Trübeströmen am Beispiel des Grimselsees / Effects of obstacles on the flow behaviour of turbidity currents. Lake Grimsel case study

Internationales Symposium "Moderne Methoden und Konzepte im Wasserbau",
ETH Zürich, Zürich, Schweiz, 7. – 9. Oktober, 2002

Sayah Selim

La purge de Gebidem

Seminaire sur "L'alluvionnement des retenues", LCH, EPFL, Lausanne, Suisse,
12 septembre 2002

Bollaert Erik

Assessment of turbulent jet impingement on rocky riverbeds : the particular properties of a near-prototype physical model study

River Flow 2002, Louvain-la-Neuve, Belgium, 4-6 September 2002

The Kárahnjukar Hydroelectric Project : Transient analysis of the Waterways system

21st IAHR Symposium, Lausanne, Suisse, , September 9-12, 2002

The influence of plunge pool air entrainment on the presence of free air in rock joints

International Workshop on Rock Scour due to High-velocity Jets, EPFL, Lausanne, Switzerland, September 25 – 28, 2002

A physically-based engineering model for the evaluation of the ultimate scour depth due to high-velocity jet impact

International Workshop on Rock Scour due to High-velocity Jets, EPFL, Lausanne, Switzerland, September 25 – 28, 2002

Scour of rock due to high-velocity jet impact : a physically based scour model compared to Annandale's erodibility index method

International Workshop on Rock Scour due to High-velocity Jets, EPFL, Lausanne, Switzerland, September 25 – 28, 2002

Genetic algorithm optimisation of transient two-phase water pressures inside closed-end rock joints

International Workshop on Rock Scour due to High-velocity Jets, EPFL, Lausanne, Switzerland, September 25 – 28, 2002

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

Fachtagung Hochwasserschutz: Hochwasser und Umgang mit dem Restrisiko, Biel,
17. Januar 2002

A. Schleiss, J.-L. Boillat, D. Hersberger

"Modélisation numérique des écoulements à hautes vitesses aérys", Projet de
recherche mené au Laboratoire d'hydrodynamique appliquée et de constructions
hydrauliques, Génie Civil, Université de Liège, Belgique, 3 – 8 février 2002 et
1 – 15 septembre 2002

S. André

Seminar on development of Nepal's water resources, Kathmandu, Nepal,
February 4, 2002

R. Lafitte

International Conference on Water Resources Development, New Delhi, India,
February 6 – 8, 2002

R. Lafitte

Int Fachtagung "Entlandung von Stauräumen", Universität der Bundeswehr
München, Deutschland, 24. / 25. Juni, 2002

A. Schleiss, Ch. Oehy

Nürnberger Wasserwirtschaftstage, ATV-DVWK, Nürnberg, Deutschland, 27. Juni,
2002

A. Schleiss

Journées d'études du Comité Suisse des Barrages, "Auscultation, technique de
mesure et analyse des données pour la surveillance des barrages", Coire, Suisse,
27/28 juin 2002

R. Lafitte, L. Mouvet

Hydro Vision 2002, "Issues, Solutions, New Approches", Portland, USA, July 29 –
August 2 2002

R. Lafitte

"Modélisation numérique des écoulements à hautes vitesses aérys", Projet de
recherche mené au Laboratoire d'hydrodynamique appliquée et de constructions
hydrauliques, Génie Civil, Université de Liège, Belgique, 1 – 15 septembre 2002

S. André

River Flow 2002, Louvain-la-Neuve, Belgique, September 4 – 6, 2002

D. Hersberger, E. Bollaert

Third international Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering, EPFL, Lausanne, Switzerland, September 9 – 11, 2002
A. Schleiss, J.-L. Boillat, D. Hersberger, G. De Cesare

XXI IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems. EPFL, Lausanne, Switzerland, September 9 – 12, 2002
A. Schleiss, E. Bollaert

Seminaire sur "L'alluvionnement des retenues", LCH, EPFL, Lausanne, Suisse, 12 septembre 2002
A. Schleiss, J.-L. Boillat, F. Jordan, Ch. Oehy, S. Sayah

5th International Conference on Hydro-Science and -Engineering (ICHE), Warsaw, Poland, September 18 - 21, 2002
G. De Cesare

ICOLD, 70th Annual Meeting and International Workshop on Planning and Sustainable Management of Large Reservoirs, Foz do Iguaçu, Brazil, September 22 – 27, 2002
R. Lafitte, L. Mouvet

International Workshop on Rock Scour due to High-velocity Jets, Lausanne Switzerland, September 25 – 28, 2002
A. Schleiss, J.-L. Boillat, E. Bollaert, P. Manso, S. Emami, T. Bhattarai

Internationales Symposium "Moderne Methoden und Konzepte im Wasserbau". VAW, ETH Zürich, Zürich, Schweiz, 7. –9. Oktober, 2002
A. Schleiss, J.-L. Boillat, D. Hersberger, Ch. Oehy, F. Jordan

International Conference "Mountains, Sources of Water, Sources of Knowledge" Institut Kurt Bösch, Sion, Switzerland, October 8 – 10, 2002
J.-L. Boillat, F. Jordan

Hydro 2002, International Conference, "Development, Management, Performance", Kiris, Turkey, November 3 – 7, 2002
R. Lafitte

International Symposium on Dam Maintenance and Rehabilitation, SEPREM, Madrid, Spain, 11. – 13. November 2002
L. Mouvet

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

Schleiss Anton (Directeur de thèse)

Transient water pressures in joints and formation of rock scour due to high-velocity jet impact.

Doctorant: Erik Bollaert

Wall roughness effects on flow and scouring in curved channel with graded bed.

Doctorant: Daniel Hersberger

Technical solutions against reservoir sedimentations due to turbidity currents

Doctorant: Christoph Oehy

Schleiss Anton (Membre du jury)

Fließwiderstand und Sohlenstabilität natürlicher Gerinne unter Berücksichtigung des Einflusses der relativen Ueberdeckung.

Doktorant: Gian Reto Bezzola (ETH Zürich)

Flow and turbulence in sharp open-channel bends.

Doctorant: Koen Blanckaert (EPFL)

Contribution à la modélisation des écoulements quasi tridimensionnels instationnaires à surface libre.

Doctorant: Thibaut Mouzelard (Université de Liège)

Méthodes d'analyse du fonctionnement hydrogéologique des versants et relations avec leur stabilité.

Doctorant: Pierre Tullen (EPFL)

Modélisation des inondations par approches déterministe et stochastique avec prise en compte des incertitudes topographiques pour la gestion des risques liés aux crues.

Doctorant: Richard Metzger (EPFL)

Unsteady flow over a movable channel bed.

Doctorant: Zhaosong Qu (EPFL)

Wolf John P. (Membre du jury)

Growth of Imperfections in Piles

Doctorant: Richard J. Earl (University of Western Australia, Perth)

9. PUBLICATIONS

9.1 Journaux scientifiques *Scientific journals*

9.1.1 Référés / *Referred*

Wolf J.P., Song, Ch., "*Some cornerstones of dynamic soil-structure interaction*", Engineering Structures, Vol. 24, pp. 13-28, 2002.

Wolf J.P., "*Response of unbounded soil in scaled boundary finite-element method*", Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 31, pp. 15-32, 2002.

Bollaert E, Schleiss A., *Discussions and Closure of "Simulation of Scour Process in Plunging Pool of Loose Bed-Material"*, Journal of Hydraulic Engineering, Volume 128, Number 7, July 2002, pp 721-723, 2002.

De Cesare G., Schleiss A., Hermann F.; *Closure of "Impact of Turbidity Currents on Reservoir Sedimentation"*, Journal of Hydraulic Engineering, Volume 128, Issue 6, June 2002, pp 644-645, 2002.

Manso P.A., Schleiss A., "*Stability of concrete macro-roughness linings for overflow protection of earth embankment dams*", Canadian Journal of Civil Engineering, Volume 29, pp 762 – 776, 2002.

Chongmin S., **Wolf J. P.**, "*Semi-analytical representation of stress singularities as occurring in cracks in anisotropic multi-materials with the scaled boundary finite-element method*", Computers and Structures, Volume 80, pp. 183 – 197, 2002.

Deeks A. J., **Wolf J. P.**, "*A virtual work derivation of the scaled boundary finite-element method for elastostatics*", Computational Mechanics, Volume 28, pp. 489 – 504, 2002.

Wolf J. P., "*Response of unbounded soil in scaled boundary finite-element method*", Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Volume 31, pp. 15 – 32, 2002.

Deeks A. J., **Wolf J. P.**, "*Stress recovery and error estimation for the scaled boundary finite-element method*", International Journal for Numerical Method in Engineering, Volume 54, pp. 557 – 583, 2002.

Deeks A. J., **Wolf J. P.**, "*An h-hierarchical adaptive procedure for the scaled boundary finite-element method*", International Journal for Numerical Method in Engineering, Volume 54, pp. 585 – 605, 2002.

Deeks A. J., **Wolf J. P.**, "*Semi-analytical elastostatic analysis of unbounded two-dimensional domains*", International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, Volume 26, pp. 1031 – 1057, 2002.

9.1.2 **Autres / Others**

Schleiss A. "Potentiel hydroélectrique de l'arc alpin", Bulletin SEV/VSE, No 2/02, pp. 13-21, 2002.

Schleiss A.; "Entrée au 21e siècle avec les nouvelles directives pour la protection contre les crues des cours d'eau", Wasser, energie, luft – eau, énergie, air, 94. Jahrgang 2002, Heft 3/4, pages 96-98 2002.

Boillat J.-L., Schleiss A., "Détermination de la crue extreme pour les retenues alpines par une approche PMP-PMF", Wasser, energie, luft – eau, énergie, air, 94. Jahrgang 2002, Heft 3/4, pages 107-116, 2002.

Schleiss A., Oehy Ch., "Verlandung von Stauseen und Nachhaltigkeit", Wasser, energie, luft – eau, énergie, air, 94. Jahrgang 2002, Heft 7/8, pp. 227-234, 2002.

Lafitte, R., "*The right to avoid sustainable under – development*", 2002 World Atlas & Industry Guide, International Journal on Hydropower & Dams, p 7, 2002.

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

9.2.1 **Référés / Referred**

Preisig M., **Wolf J.P.**, "*Dynamic stiffness of foundation embedded in layered halfspace based on wave propagation in cones*", Proceedings 12th European Conference on Earthquake Engineering, Elsevier Science Ltd. Paper reference 492, 2002.

Preisig M., **Wolf J.P.**, "*Dynamic stiffness of surface foundation on layered halfspace based on wave propagation in cones*", presented at 5th European Conference on Numerical Methods in Geotechnical Engineering (NUMGE 2002), September 4-6 2002, Paris, Mestat (ed.). Presses de l'ENPC/LCPC, 2002.

Hersberger D., "*Measurement of 3D Flow Field in a 90° Bend with Ultrasonic Doppler Velocity Profiler*", Proceedings Third International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering, EPFL Lausanne, Switzerland, September 9 – 11, 2002, pp. 59-66, 2002.

Hersberger D., Schleiss A., "*Scour forumulae and their applicability to coarse gravel alpine rivers*", Proceedings River Flow 2002, September 4-6, 2002, Louvain-la-Neuve, Belgium, pp.1031-1039, 2002.

Bollaert E., Falvey H.T., **Schleiss A.**, "*Assessment of turbulent jet impingement on rocky riverbeds : the particular properties of a near-prototype physical model study*", Proceedings of River Flow 2002, 4-6 September, Louvain-la-Neuve, Belgium, pp. 395-403, 2002.

Bollaert E., Tómasson G., Gisiger J.-P., **Schleiss A.**, "*The Kárahnjukar Hydroelectric Project : Transient analysis of the Waterways system*", Proceedings of the Hydraulic Machinery and Systems 21st IAHR Symposium, September 9-12, 2002, Lausanne, pp. 283-288, 2002.

Lavelli A., Boillat J.-L., De Cesare G., "*Numerical 3D modelling of the vertical mass exchange induced by turbidity currents in Lake Lugano (Switzerland)*", Proceedings 5th International Conference on Hydro-Science and -Engineering (ICHE-2002), September 18-21, 2002, Warsaw, Poland, on CD-ROM, 2002.

Schleiss A., "*Scour evaluation in space and time – the challenge of dam designers*", Proceeding of the International Workshop on Rock Scour due to falling high-velocity jets, pp 3 – 22, 2002.

Bollaert E., "*The influence of plunge pool air entrainment on the presence of free air in rock joints*", Proceeding of the International Workshop on Rock Scour due to falling high-velocity jets, pp 137 – 149, 2002.

Bollaert E., Schleiss A., "*A physically-based engineering model for the evaluation of the ultimate scour depth due to high-velocity jet impact*", Proceeding of the International Workshop on Rock Scour due to falling high-velocity jets, pp 161 – 174, 2002.

Bollaert E., Annandale G.W., **Schleiss A.**, "*Scour of rock due to high-velocity jet impact : a physically based scour model compared to Annandale's erodibility index method*", Proceeding of the International Workshop on Rock Scour due to falling high-velocity jets, pp 187 – 199, 2002.

Bollaert E., Ericum S., Piroton M., **Schleiss A.**, "*Genetic algorithm optimisation of transient two-phase water pressures inside closed-end rock joints*", Proceeding of the International Workshop on Rock Scour due to falling high-velocity jets, pp 239 – 250, 2002.

Mahzari M, Arefi F., **Schleiss A.**, "*Dynamic response of the drainage system of a cracked plunge pool liner due to free falling jet impact*", Rock Scour due to falling high-velocity jets, pp 227 – 237, 2002.

Matos J., Frizell K.H., **André S.**, Frizell K.W., "*On the Performance of Velocity Measurement Techniques in Air-Water Flows*", Hydraulic Measurements & Experimental Methods 2002, ASCE Estes Park, Colorado – July 28 – August 1, 2002

Oehy Ch., Schleiss A., "Einfluss von Hindernissen auf das Fließverhalten von Trübeströmen am Beispiel des Grimselsees", Proceedings Int. Symposium 7. – 9. Oktober 2002 : Moderne Methoden und Konzepte im Wasserbau, VAW, ETH, Zürich, pp. 51 – 60, 2002.

Schleiss A., "Berücksichtigung des Restrisikos bei der Konzeption und Bemessung von hochbeanspruchten Druckschächten", Proceedings Int. Symposium 7. – 9. Oktober 2002 : Moderne Methoden und Konzepte im Wasserbau, VAW, ETH, Zürich, pp. 385 – 394, 2002.

André S., Boillat J.-L., "Schaffung eines Rückhaltevolumens im Stausee Mattmark für den Hochwasserschutz", Proceedings Int. Symposium 7. – 9. Oktober 2002 : Moderne Methoden und Konzepte im Wasserbau, VAW, ETH, Zürich, pp. 509 – 518, 2002.

Bollaert E., Schleiss A., "Physikalisch begründeter Ansatz zur Abschätzung von Felskolken infolge von Hochdruckstrahlen", Proceedings Int. Symposium 7. – 9. Oktober 2002 : Moderne Methoden und Konzepte im Wasserbau, VAW, ETH, Zürich, pp. 3 – 13, 2002.

Hersberger D., Schleiss A., "Abschätzung der Kolkentiefe entlang Uferschutzmauern in Flusskurven und Einfluss vertikaler Rauigkeitsrippen", Proceedings Int. Symposium 7. – 9. Oktober 2002 : Moderne Methoden und Konzepte im Wasserbau, VAW, ETH, Zürich, pp. 215 – 224, 2002.

Annandale, G., **Bollaert, E., Schleiss, A.**, "*Theoretical and practice aspects of rock scour*", Proceedings of the First International Conference on Scour of Foundations, Texas, United States, pp. 449-458, 2002.

André S., Boillat J.-L., Schleiss A., "*Efficient surface protection by macro-roughness linings for overtopped embankment dams*", Dam Maintenance and Rehabilitation Llanos et al., Swets & Zeitlinger, Lisse, pp. 407-415, 2003.

Manso P. A., Schleiss A., "*Improvement of embankment dam safety against overflow by downstream face concrete macro-roughness linings*", Dam Maintenance and Rehabilitation Llanos et al., Swets & Zeitlinger, Lisse, pp. 459-468, 2003.

9.2.2 **Autres / Others**

Lafitte R., "*Sustainable development – Limit of a doctrine*", Proceedings of The International Conference on Water Ressources Development, New Delhi, India, 6 – 8 February 2002

Lafitte R., "*Sustainability of energy development during this century*", Seminar of Development of Nepal's water resources, Katmandu, Nepal, February 4 2002

9.3 **Communications du LCH** ***Communications of LCH***

N°10 2002 **J. Dubois** et M. Piroton: *Génération et transfert des crues extrêmes*, Le logiciel Faitou (164 pages)

N°11 2002 **A. Lavelli, G. De Cesare, J.-L. Boillat**: *Modélisation des courants de turbidité dans le bassin Nord du Lac de Lugano* (150 pages)

N°12 2002 **P. De Almeida Manso**: *Stability of linings by concrete elements for surface protection of overflow earthfill dams* (162 pages)

N°13 2002 **E. Bollaert**: *Transient water pressures in joints and formation of rock scour due to high-velocity jet impact* (297 pages)

9.4 **Rapports non publiés** ***Unpublished reports***

N° 1 *Review of the Transient Calculations of the Karahnjukar Stage 2 Waterway System without the Bessa Diversion*
Elektrowatt Ekono AG – Landsvirkjun, Iceland
A. Schleiss, E. Bollaert, février 2002

N° 2 *Kelchbach – Naters: Etude du comportement morphologique du Kelchbach lors du passage de crues, Rapport final*
Canton du Valais (Service des Routes et Cours d'Eau) – Commune de Naters
A. Schleiss, J.-L. Boillat, P. Manso, janvier 2002

N° 3 *Hochwasserschutzkonzept Baltschieder: Modellversuche für das Geschieberückhaltebecken, Schlussbericht*
Gemeinde Baltschieder
A. Schleiss, J.-L. Boillat, F. Jordan, avril 2002

- N° 4 Port de la Commune de Founex: Construction de brise-lames à l'entrée du port, Etude d'impact hydraulique
Société Coopérative du Port de Founex
A. Schleiss, J.-L. Boillat, S. Sayah, avril 2002
- N° 5 Modélisation interdisciplinaire numérique des effets des retenues valaisannes à but énergétique: Projet Minerve
Canton du Valais (Service des Forces hydrauliques, Service des Routes et Cours d'Eau)
A. Schleiss, J.-L. Boillat, J. Dubois, avril 2002
- N° 6 Kraftwerk Massaboden: Assainissement du bassin de compensation de Bitsch - Essais sur modèle hydraulique
Chemins de fer fédéraux
A. Schleiss, L. Mouvet, S. Emami, mai 2002
- N° 7 Kraftwerke Oberhasli AG, KW Innertkirchen, Druckstollen Handeck – Kapf: Gutachten zur Einbeulung der Panzerung beim Wasserschloss Kapf
KWO Grimselstrom
A. Schleiss, E. Bollaert, juin 2002
- N° 8 Gestion du transport solide lors de la purge annuelle du barrage de Gebidem, Rapport final
Electra-Massa
A. Schleiss, J.-L. Boillat, S. Sayah, O. Aguet, juin 2002
- N° 9 Hochwasserschutzkonzept VISPA: Modellversuche zur Überprüfung der Abflusskapazität der Vispa in Visp, Schlussbericht
Gemeinde Visp
A. Schleiss, J.-L. Boillat, F. Jordan, juin 2002
- N° 10 Barrage de Mattmark: Vérification de la sécurité de l'aménagement pour la crue extrême "PMF"
Canton du Valais (Département des Travaux Publics, Service des Routes et Cours d'Eau)
A. Schleiss, J.-L. Boillat, F. Jordan, juin 2002
- N° 11 Kraftwerk Spullersee, Anpassung der Hochwasserentlastung, Hydraulische Modellversuche, Schlussbericht
Österreichische Bundesbahnen (geschäftsbereich Kraftwerke)
A. Schleiss, J.-L. Boillat, T. Meile, juillet 2002
- N° 12 SNCF - rapport phase 1
SNCF
A. Schleiss, J.-L. Boillat, P. Manso, juin 2002

- N° 13 Karahnjukar calculs complémentaires avec frottement
Elektrowatt Ekono AG – Landsvirkjun, Iceland
A. Schleiss, E. Bollaert, juillet 2002
- N° 13^{bis} SNCF - rapport phase 2
SNCF
A. Schleiss, J.-L. Boillat, P. Manso, juillet 2002
- N° 14 Aménagement de Biasca, prise d'eau de Leggiuna, Essais sur modèle
physique
Officine Idroelettrica di Blenio SA
A. Schleiss, J.-L. Boillat, Ph. Chèvre, juillet 2002
- N° 15 Lötschberg - Basistunnel, Modellversuche zur Überprüfung der
Abflusskapazität und des Verhaltens des Entwässerungssystems,
Schlussbericht
BLS-Alp-Transit
A. Schleiss, L. Mouvet, F. Jordan, septembre 2002
- N° 16 La Sionne dans la traversée de Sion, Etude sur modèles physique et
numérique de l'aménagement de la Sionne à la place des Tanneries,
Rapport final
Municipalité de Sion, Service des travaux publics
A. Schleiss, J.-L. Boillat, T. Meile, août 2002
- N° 17 SNCF - rapport phase 3
SNCF
A. Schleiss, J.-L. Boillat, P. Manso, septembre 2002
- N° 18 Aménagement hydroélectrique sur l'Avançon à Bex
D. Hubert
A. Schleiss, J.-L. Boillat, T. Meile, septembre 2002
- N° 19 Le Rhône à l'amont du Léman
Canton du Valais, Service des Routes et Cours d'Eau
A. Schleiss, G. De Cesare, T. Bhattarai, novembre 2002
- N° 20 SNCF - rapport phase 4
SNCF
A. Schleiss, J.-L. Boillat, P. Manso, novembre 2002
- N° 21 Le Rhône à Rarogne, Influence des ponts NLFA sur le Rhône
BLS AlpTransit AG
A. Schleiss, J.-L. Boillat, Ph. Chèvre, décembre 2002

Edition finale Regula Grin-Schmalz
© LCH 2003



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