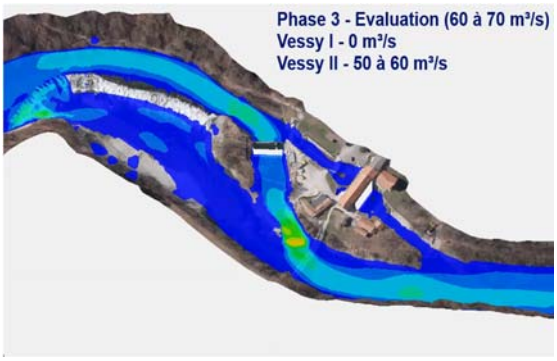
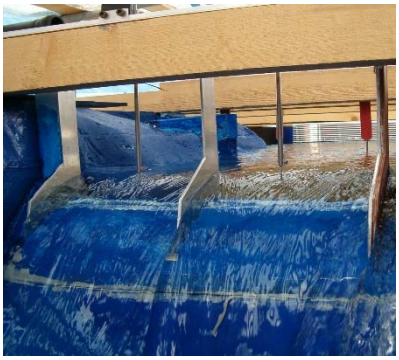
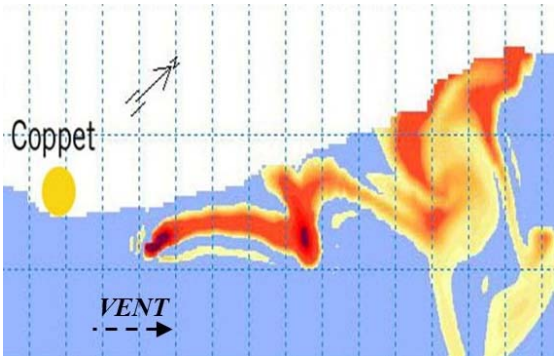
inPACT

Laboratoire d'Hydraulique Appliquée

- **Réalisation de modèles physiques**
- **Etude hydraulique sur modèles physiques**
- **Simulation hydraulique numérique**
- **Etalonnage d'ouvrages hydrauliques**
- **Formation Bachelor, Master, Formation continue**







Prof. Dr. Zsolt Vecsernyés ■ André Venturi ■ Karine Gobat ■ Florent Wohlwend ■ Dr. Nicolas Andreini

L'avenir est à créer

Hes·so GENÈVE
Haute Ecole Spécialisée de Suisse occidentale

h e p i a
institut de recherche i n P A C T
paysage, architecture, construction et territoire

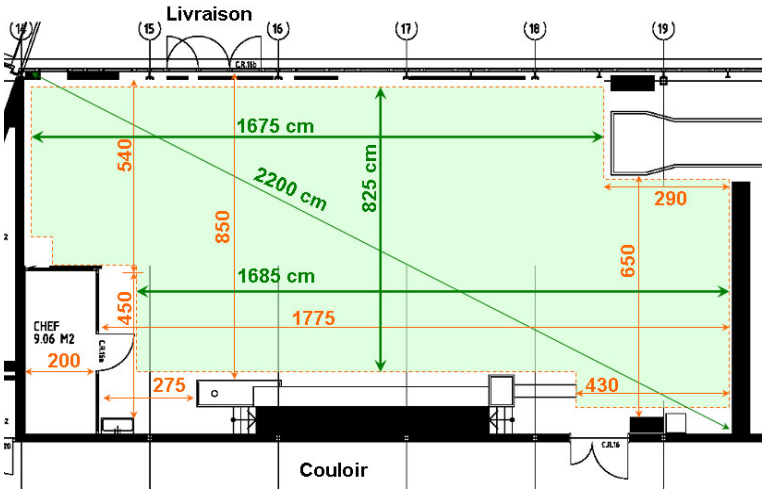
Laboratoire d'Hydraulique Appliquée

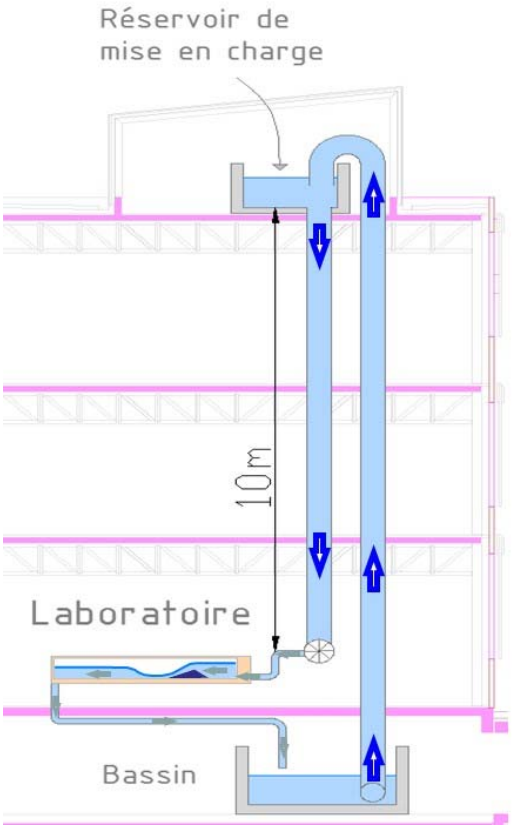
Afin de répondre aux objectifs fixés par la loi fédérale sur les HES, le laboratoire d'hydraulique appliquée constitue un site poursuivant 3 missions :

- Enseignement
- Recherche appliquée et développement
- Mandats de présentations aux tiers

Le LHA est affilié aux filières Génie Civil et Gestion de la Nature de la Haute Ecole du Paysage, d'Ingénierie et d'Architecture de Genève (hepia). Il bénéficie ainsi du soutien des différents laboratoires et ateliers d'hepia, notamment du LEMS et de l'Atelier Central qui lui assurent ainsi la possibilité d'accéder à des moyens conséquents en métallurgie, menuiserie et granulométrie.

Le LHA se trouve dans une des parties d'un espace de 300 m^2, la deuxième partie étant réservée à la mécanique des fluides (CMEFE). Pour la construction et l'exploitation des modèles physiques, un espace de 140 m^2 est disponible dans la partie du LHA.





Réservoir sur le toit

Colonne d'eau : 10 m
→ mise en charge des conduites du LHA
→ débit stable des essais

Pompes au sous-sol

Débit : 50 l/s par pompe
Débit total: **150 l/s**

Bassin au sous-sol

Volume : 54 m³
au sous-sol du labo

L'alimentation en eau des expérimentations est assurée par un bassin de 54 m^3 situé au niveau inférieur. Le débit maximum de 150 l/s est fourni par 3 pompes d'un débit de 50 l/s chacune, permettant d'obtenir une hauteur de mise en charge constante de 10 m des conduites d'alimentation, grâce à un réservoir installé en toiture.

Laboratoire d'Hydraulique Appliquée

Le laboratoire est équipé de canaux expérimentaux et d'instruments de mesures, dans le but de répondre à toutes les activités de recherche et didactiques. L'acquisition et le traitement de données mesurées, ainsi que le pilotage par ordinateur des certains dispositifs sont assurés par des logiciels et programmes d'ordinateurs spécifiques.

L'équipe de chercheurs du LHA est ainsi en mesure de proposer des services pour le compte de bureaux d'études, d'entreprises ou d'administrations publiques, sur des projets comme des études sur modèles physiques et par simulation numérique : en hydrologie, hydraulique fluviale, hydrodynamique lacustre et hydraulique urbaine.

De nombreux modèles physiques de dimensions variées ont été réalisés dans le laboratoire d'hydraulique appliquée (LHA), tel que :

- Modèle physique fluvial de l'Arve à Vessy.
- Modèle physique lacustre de Cologny.
- Modèle physique fluvial de la Renaturation de l'Aire.
- Modèle physique didactique de Gestion de débit des cours d'eau, par rétention et répartition des eaux.
- Modèle physique de jaugeage des déversoirs de sortie de STEPs de la Louvière et de Monniaz.
- Modèle physique d'évacuation des crues pour le barrage EDF de Motz.
- Modèle physique de puits de chute – Puits-Vortex pour les Nations et la STEP d'Afourer.
- Modèles physiques pour travaux de fin de Master.
- Modèle physique réduit présentant tous les essais et mesures possibles du laboratoire.

Laboratoire d'Hydraulique Appliquée

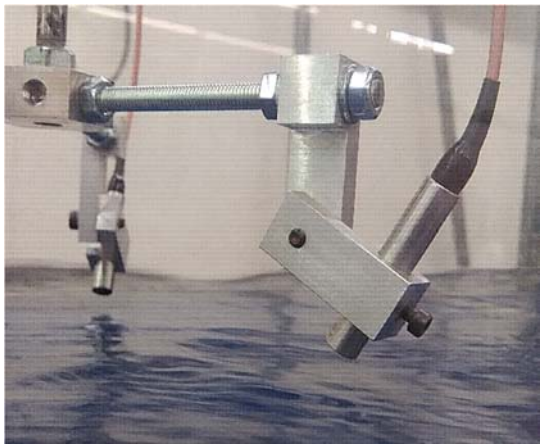
Niveaux

Les mesures du niveau peuvent être réalisées à l'aide de **limnimètres millimétriques à pointe**.

Pour la mesure dynamique du niveau, des **capteurs à ultrasons**, **UNAM_30** (**Baumer**), sont employées. La mise en service de ces capteurs nécessite une **carte d'acquisition** (**National Instruments**) permettant la mesure sur 32 voies analogiques en entrée et 4 voies analogiques de sortie et 48 voies digitales en entrée et sortie. La commande d'acquisition passe par un **programme LabView *ad hoc***.

Les longueurs de **câbles** et les **supports** sont fabriqués sur mesure. Il est également possible de brancher un **boîtier de lecture directe**, par exemple pour une mesure de contrôle.

Vitesses



Les sondes de type **UVP** (**Ultrasound Doppler Velocity Profiling**) de la marque **MET-FLOW** permettent d'obtenir des profils de vitesse, en 1D, 2D ou 3D, suivant leur combinaison d'installation.

Des **sondes SonTek** peuvent également fournir des mesures ponctuelles 3D.

La vitesse ponctuelle d'écoulement peut être mesurée à l'aide de **micro-moulinets** lorsqu'il s'agit de valeurs ponctuelles 1D. Les **tubes de Pitot** peuvent aussi être utilisés.

Une **caméra rapide 200 Hz** permet des prises de vue pour la mesure de champs de vitesse des écoulements de surface (**PIV**).

Laboratoire d'Hydraulique Appliquée

Débits

Le débit du réseau d'alimentation peut être mesuré à l'aide de **débitmètres électromagnétiques**, de la marque **Endress+Hauser**.

Les faibles débits peuvent être mesurés avec précision à l'aide de **déversoirs** triangulaires et rectangulaires ou composés. La mesure concerne dans ce cas le niveau de charge du déversoir.

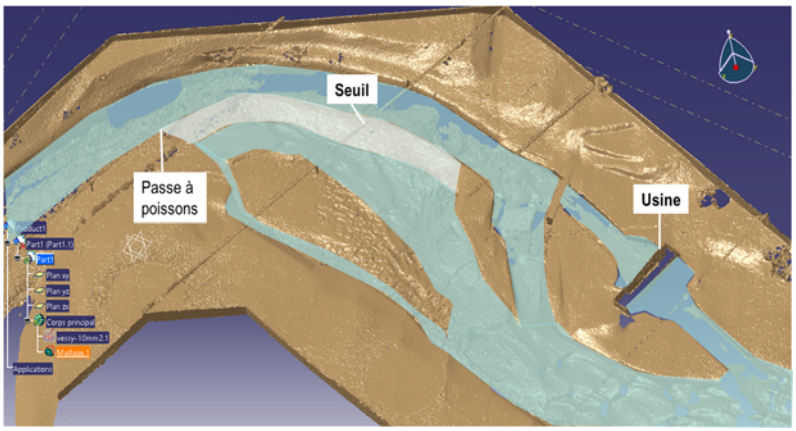
La régulation du débit est obtenue à l'aide de **vannes télécommandées ou à réglage manuel**. Dans le premier cas, la commande de vanne est asservie à un **programme LabView** *ad hoc*.

Parmi les fournisseurs de vannes, il convient de citer en particulier **Auma et Georg Fischer**.

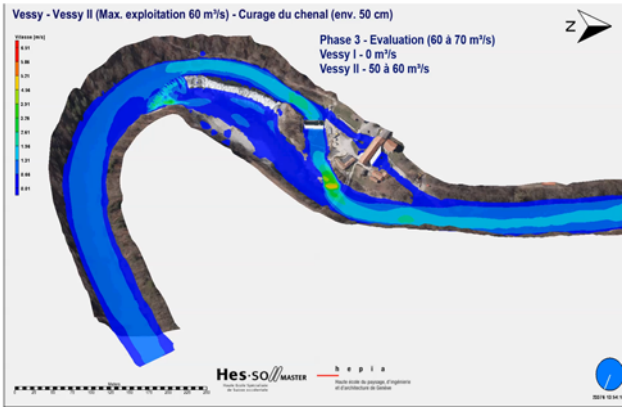
Bathymétrie des Modèles physiques fluviaux à lit mobile

Sur les modèles physiques fluviaux à lit mobile, le lit du cours d'eau se modifie au gré des crues simulées. Cette morphologie variable du lit appelée bathymétrie est relevée au moyen d'un **scanner laser ScanStation Leica P16 3D rotatif**.

La carte bathymétrique est ensuite obtenue à l'aide du logiciel **GOM Inspect Pro 3D**.



Simulation numérique et Traitement de données



Un **ordinateur de 32 cœurs** permet de réaliser des **simulations numériques exigeantes** et de traiter les données et les résultats.

Les données mesurées peuvent être traitées à l'aide du **logiciel Matlab, SMS** et **Excel** entre autres.

Laboratoire d'Hydraulique Appliquée

Equipements

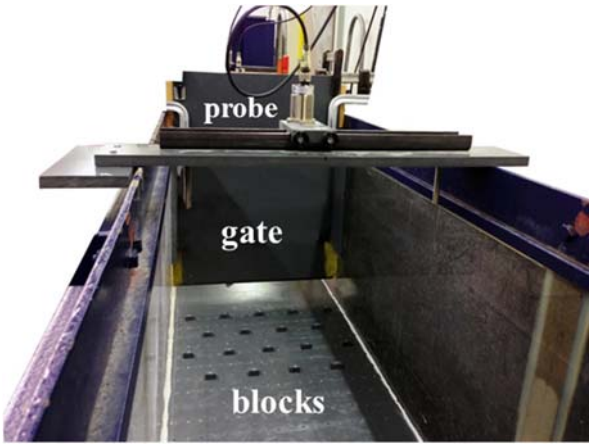
Les équipements généraux du **LHA**, constitués de quatre canaux expérimentaux et de divers banc d'essais, sont à disposition des projets de recherche et des travaux pratiques d'étudiants. Les canaux existants ont les caractéristiques suivantes :

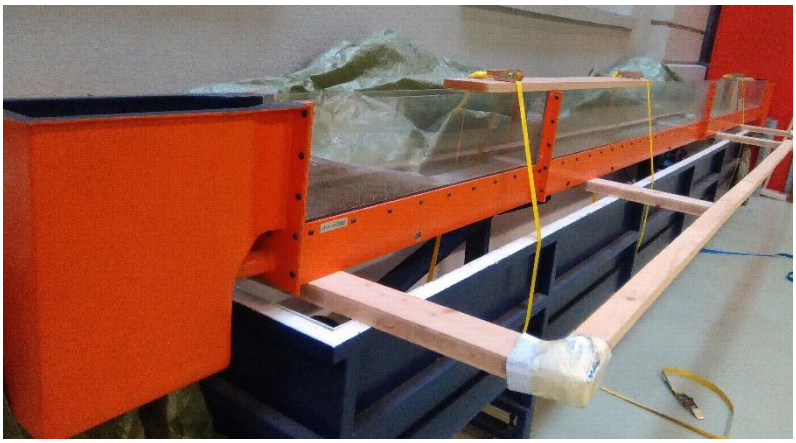
- Canal 1 à fond horizontal longueur = 5 m largeur = 50 cm hauteur = 50 cm
- Canal 2 à pente variable longueur = 6 m largeur = 7 cm hauteur = 20 cm
- Canal 3 à pente variable longueur = 6 m largeur = 45 cm hauteur = 50 cm
- Canal 4 à lit mobile longueur = 6 m largeur = 60 cm hauteur = 20 cm

Un canal de carène, installé dans la partie réservée à la mécanique des fluides (CMEFE), complète cet équipement :

- Canal à section composée longueur = 15 m largeur = 1 cm hauteur = 0.5 + 0.5 m

Une maquette didactique permet aux étudiants et visiteurs du LHA d'analyser le comportement hydraulique de divers ouvrages modélisés. Les mesures du débit instantané installées à plusieurs points stratégiques de la maquette sont reliées à un logiciel MatLab, ce qui permet l'affichage du comportement hydraulique induit suite aux manipulations.





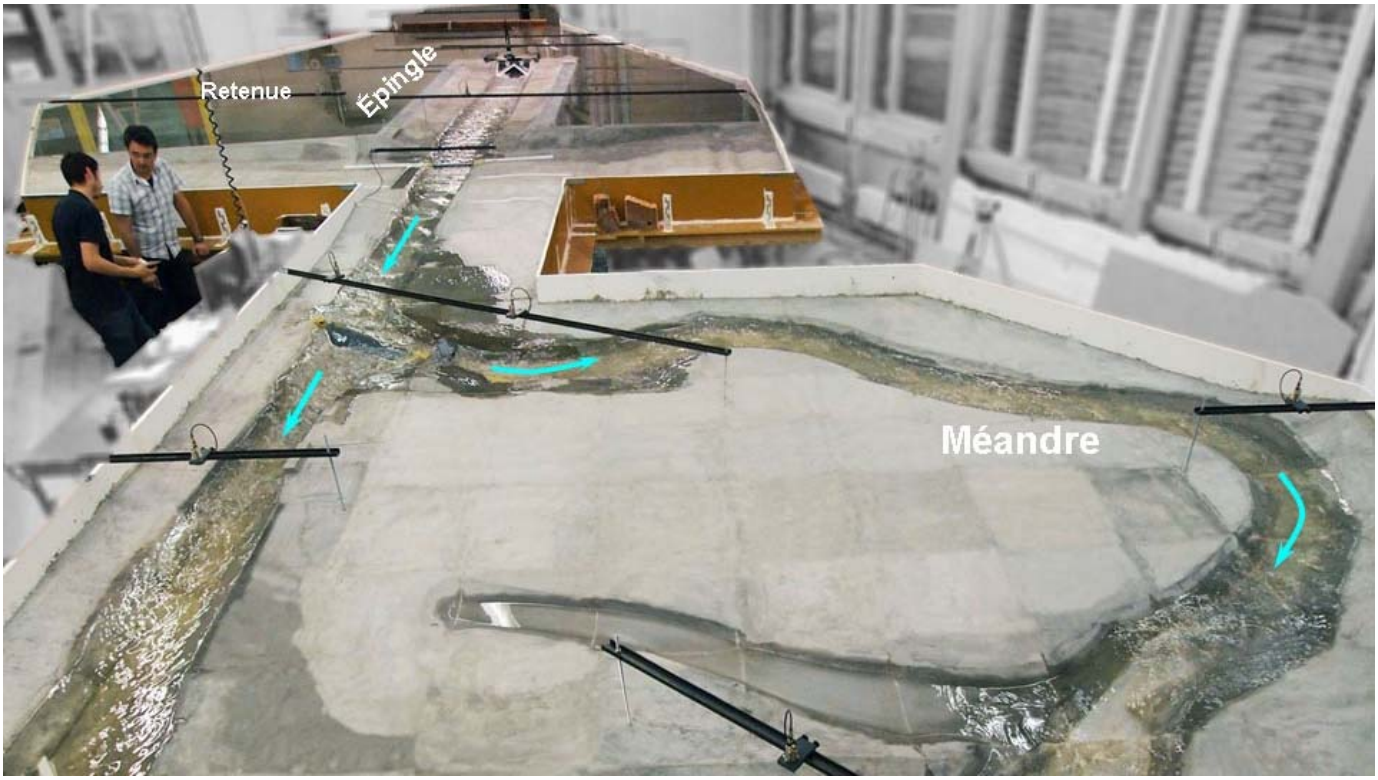
Laboratoire d'Hydraulique Appliquée

Logiciels

Flow 3D – Flow Science	Modélisation hydrodynamique 3D des écoulements complexes
Mike 21 – DHI	Modélisation hydraulique 2D et du transport solide et de polluants en lac et cours d'eau
Mike Urban	Modélisation hydraulique 1D en continu de réseaux d'évacuation des eaux
BASEMENT – ETHZ	Modélisation hydraulique 2D et du transport solide des cours d'eau
SMS mesh generation	Logiciel de génération de maillage 2D, 3D et de pré- et post processing.
EPA SWMM	Modélisation hydrologique et hydraulique de routage de crue.
HEC-RAS – USArmy Corps	Modélisation hydraulique 1D et du transport solide des cours d'eau
Civil-storm – Bentley	Modélisation hydrologique et hydraulique des réseaux d'écoulement
Pond-pack – Bentley	Logiciel de calculs hydrauliques d'ouvrages de rétention d'eau
Flow-master – Bentley	Logiciel de calculs hydrauliques
MATLAB	Langage de calculs scientifiques et traitement de données mesurées
LabView – NI	Plate-forme de conception de systèmes de mesure et de contrôle
UVP-monitor	Logiciel d'acquisition et traitement de profils de vitesse MET-FLOW

Laboratoire d'Hydraulique Appliquée

Exemple de prestation – Modèle physique fluvial de la Renaturation de l'Aire



Etude hydraulique sur modèle physique réalisée à la demande du Service de la renaturation des cours d'eau de Genève représentant la 3ème étape de la revitalisation de la rivière de l'Aire.

Etude dirigée par le Dr Zsolt Vecsernyés et assisté par le Dr Jean-Louis Boillat et le Dr Nicolas Andreini.

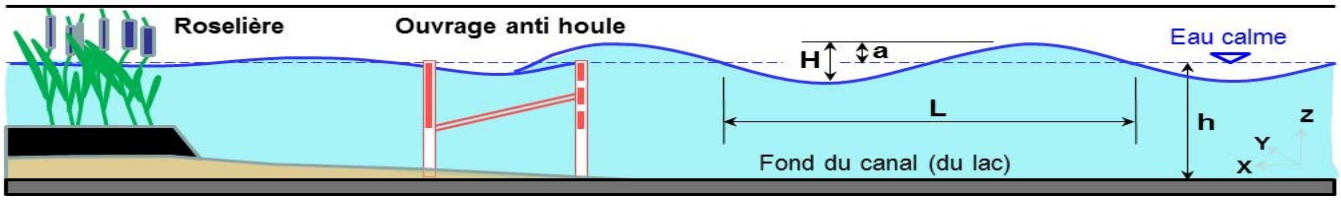
L'**Objectif** de l'étude a été de protéger la ville de Genève contre les risques d'inondation, en :

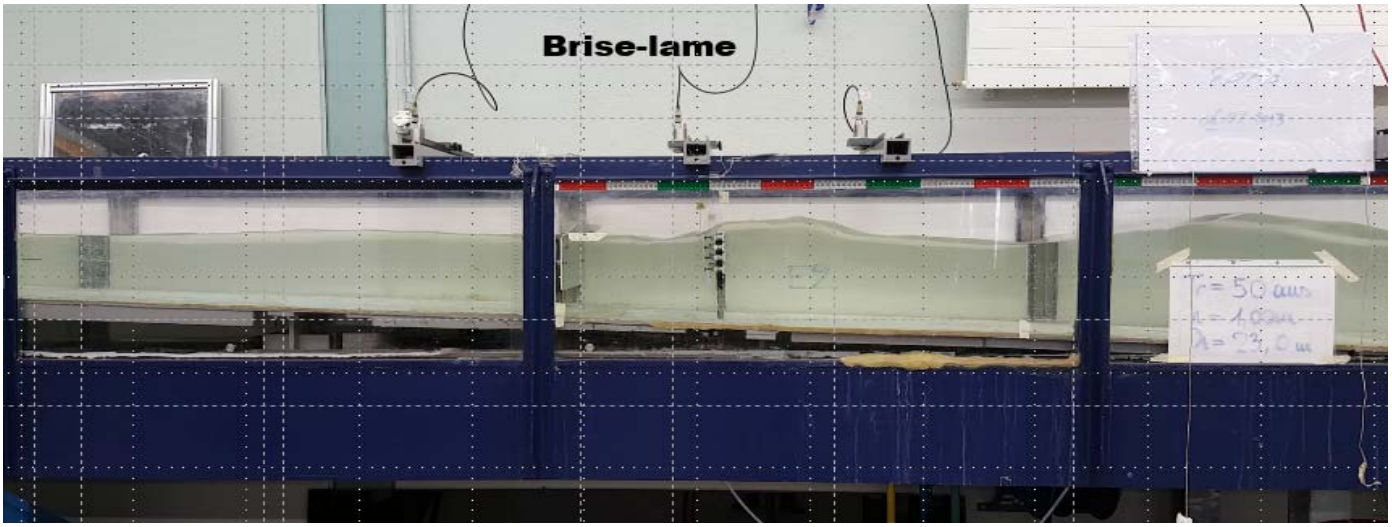
- réalisant des études sur un modèle physique obéissant aux lois de **similitude de Froude et de Shields**, pour les crues T = 300 ans et pour une situation extrême ;
- déterminant les dimensions appropriées des ouvrages hydrauliques à construire ;
- déterminant la configuration du dépotoir pour la gestion du charriage ;
- proposant une solution pour la rétention des bois flottants.

Dimensions :	Reproduit 800 m de rivière
	Echelle 1/40
	20 m de long
	10 m de large
Débit de l'Aire :	jusqu'à $Q_{extrême}$ = 200 m³/s
Débit du modèle:	jusqu'à 20 l/s

Laboratoire d'Hydraulique Appliquée

Exemple de prestation – Modèle physique lacustre de Cologny





Etude hydraulique lacustre sur modèle physique réalisée à la demande du Service de la renaturation des cours d'eau de Genève concernait la protection d'une roselière lacustre.

Etude dirigée par le Dr Zsolt Vecsernyés et assisté par Mme Karine Gobat et MM. Florent Wohlwend et Nicolas Andreini.

L'**Objectif** de l'étude a été de mettre au point une structure brise-lame lacustre pour protéger la roselière lacustre de Cologny contre l'effet destructeur des vagues du Léman, en :

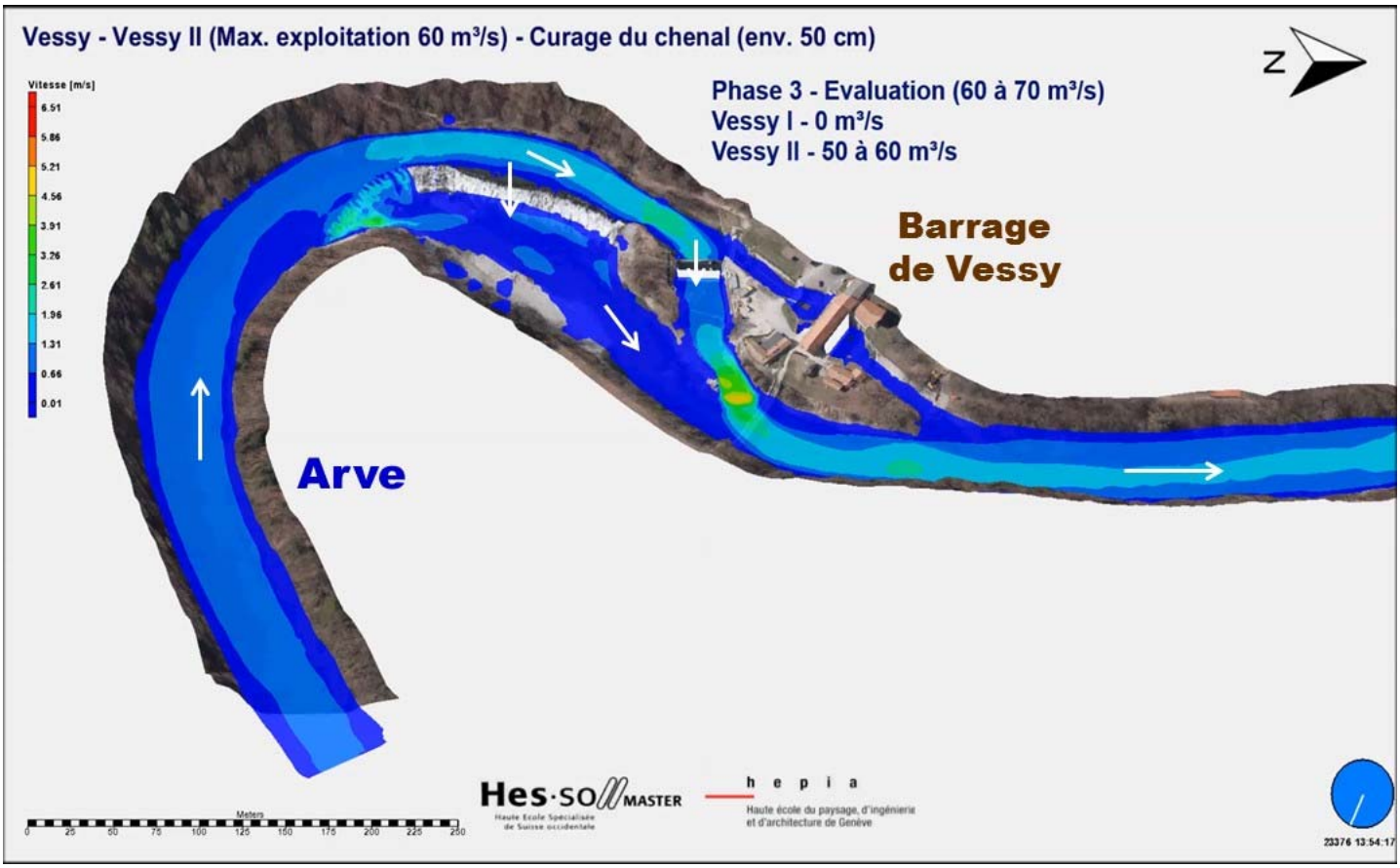
- réalisant des études sur un modèle physique obéissant aux lois de **similitude de Froude**, pour les vagues provoquées par la Bise d'un temps de retour T = 50 ans et 100ans ;
- mettant au point la géométrie et les dimensions appropriées du brise-lame à construire ;
- déterminant la distance optimale depuis la roselière ;
- proposant une solution pour la rétention des bois flottants.

Dimensions : Reproduit 150 m de rivière
Echelle 1/25
6 m de long
0.40 m de large

Vague du modèle: jusqu'à 0.30 m de haut

Laboratoire d'Hydraulique Appliquée

Exemple de prestation – Simulation numérique fluviale de l'Arve à Vessy



Etude hydraulique fluviale par simulation numérique réalisée à la demande du Service Industriel de Genève, sur le barrage hydroélectrique de Vessy sur l'Arve.

Etude dirigée par le Dr Zsolt Vecsernyés et réalisée par M. Florent Wohlwend.

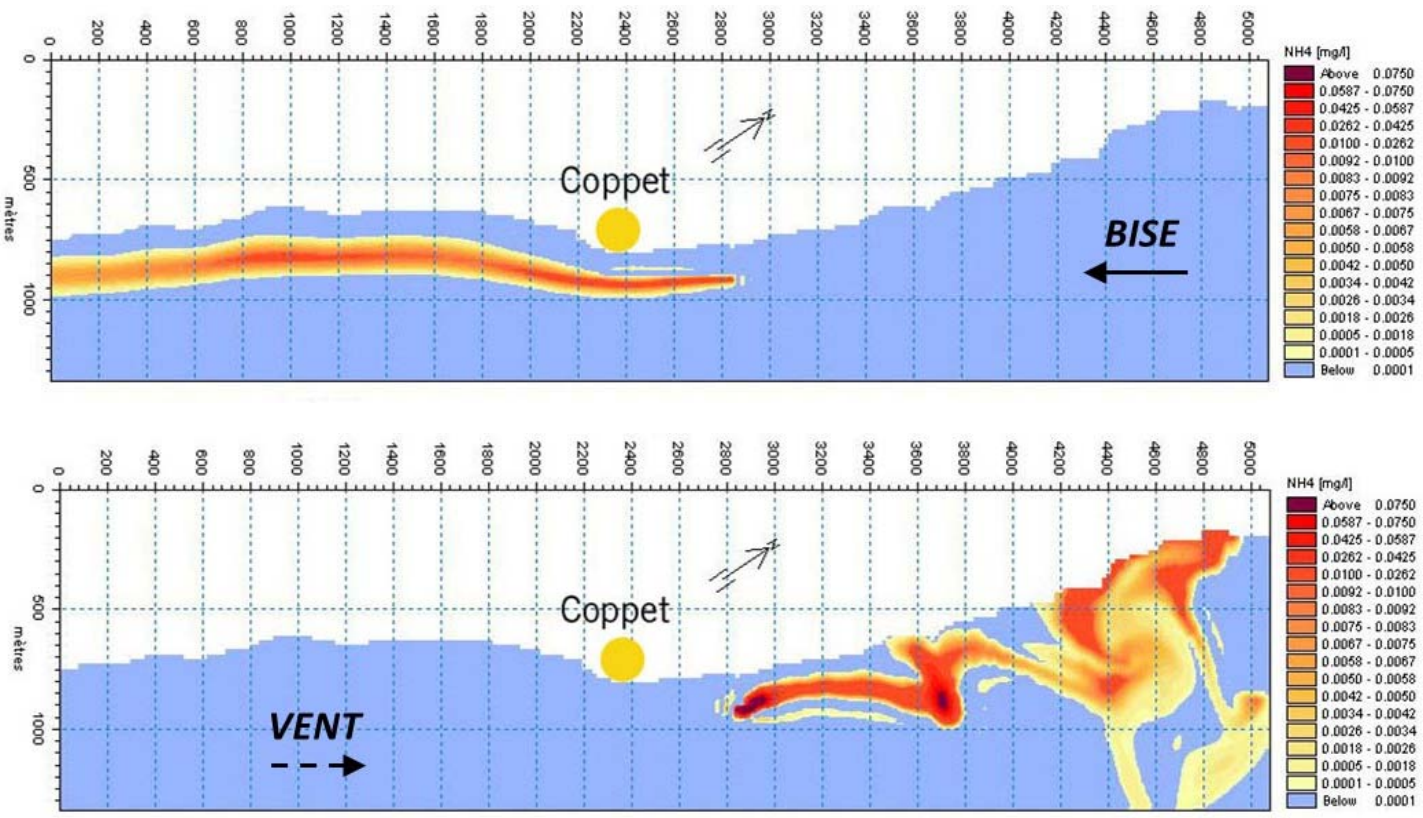
L'**Objectif** de l'étude a été d'analyser la possibilité d'augmentation du débit de turbinage des installations hydroélectriques de Vessy, en :

- réunissant toutes les données topographiques, bathymétriques et hydrologiques de la rivière, de même que celles de l'exploitation du barrage hydroélectrique ;
- créant le modèle numérique de la rivière obéissant aux lois de **similitude de Froude et de Shields**, ainsi que des ouvrages hydrauliques du barrage, du seuil amont et des passes à poissons ;
- réalisant les simulations **hydrodynamiques**, de **charriage** et de **matières en suspension**, avec le logiciel BASEMENT 2D, pour les conditions de turbinage actuelles et futures ;
- proposant des solutions d'adaptation structurelle de l'usine et les ouvrages hydrauliques annexes, pour garantir le débit de turbinage futur.

Analyses :	méandre de Vessy, avec 1.5 km de rivière de l'Arve barrage de Vessy et ses ouvrages
Logiciel :	BASEMENTS 2D – EPFZ SMS Mesh generation

Laboratoire d'Hydraulique Appliquée

Exemple de prestation – Simulation numérique lacustre du Léman à Coppet



Etude hydraulique lacustre par simulation numérique réalisée à la de la commune de Coppet - VD, sur l'impact des effluents de STEP du la qualité des eaux de la plage de Coppet.

Etude dirigée par le Dr Zsolt Vecsernyés et réalisée par Mme Laure Faessler Rusterholtz.

L'**Objectif** de l'étude a été de vérifier les concentrations de polluants transportés par les courants littoraux du Léman, par épisodes de Bise et de Vent, en :

- réunissant toutes les données topographiques, bathymétriques et météorologiques du Léman à Coppet, de même que les débits et concentrations de l'effluents de la STEP;
- élaborant le modèle numérique hydrodynamique du Léman, avec les conditions de vent variables ;
- réalisant les simulations numériques hydrodynamiques pour des épisodes de Bise, de Vent et sans vent ;
- réalisant les simulations numériques du transport de la matière en suspension par couplage avec le modèle hydrodynamique.

Analyses : bassin du Léman à Coppet
conditions de Bise et Vent

Logiciel : Mike 21 - DHI

Laboratoire d'Hydraulique Appliquée

Informations complémentaires

Nos prestations étant réalisées sur mesure, il ne nous est pas possible de proposer une liste de prix indicative.

Chaque projet fait l'objet d'une description détaillée et d'une offre.

Nous restons à votre disposition pour toutes informations complémentaires.

Contact

Laboratoire d'Hydraulique Appliquée
(LHA) Rue de la Prairie, 4 - 1202 Genève
Prof. Dr. Zsolt Vecsernyés
E-Mail : zsolt.vecsernyes@hesge.ch
Téléphone : +41 (0)22 54 62 583
Site internet : www.hesge.ch/hepia/laboratoire/laboratoire-dhydraulique-appliquee