

le nouveau laboratoire d'hydraulique de Sogreah

A. de GRAAUW

Chef du Laboratoire d'Hydraulique de Sogreah*

1 — INTRODUCTION

Bon nombre de laboratoires d'hydraulique dans le monde ont récemment réduit leur surface opérationnelle. Sogreah* a procédé de même en 1987, mais en a profité pour regrouper ses trois laboratoires sous un seul toit et moderniser l'ensemble de ses moyens d'essais.

Le nouveau laboratoire d'essais de Sogreah, situé à Pont-de-Claix, près de Grenoble, s'étend sur une superficie couverte de 9 400 m². Il est équipé de canaux vitrés et de bassins à houle permettant l'études des phénomènes marins ainsi que de canaux à courant et de diverses autres installations pouvant simuler le transport solide des rivières relevant de l'hydraulique fluviale. La surface totale de 23 000 m² permettra, si nécessaire, de construire des modèles à l'air libre.

2 — CONCEPTION

Le projet de regrouper les trois laboratoires de Sogreah sur un seul site existait depuis quelques années. Le projet initial consistait à construire de nouveaux halls d'essais et d'y aménager l'ensemble des équipements nécessaires.

A la fin de 1986, l'opportunité s'est présentée de reprendre les halls d'un atelier de mécanique appartenant à Alsthom et situés à Pont-de-Claix.

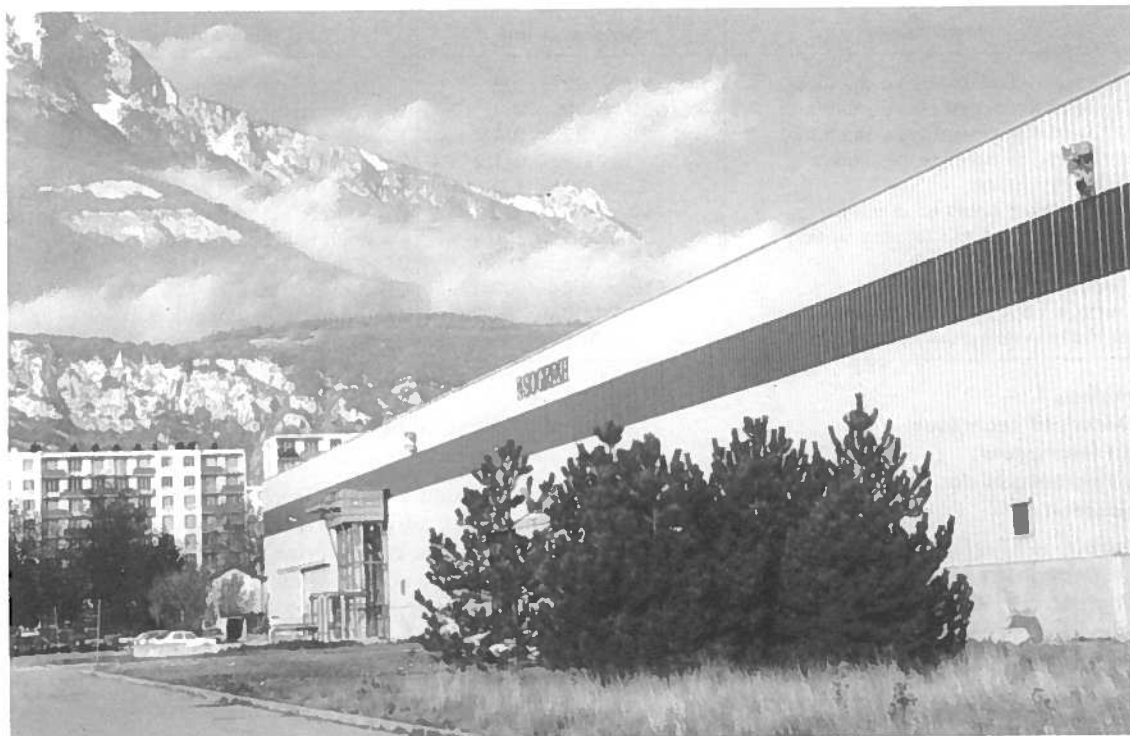
Le projet initial a donc été adapté par l'équipe du Laboratoire de Sogreah et les travaux ont pu démarrer en avril 1987 pour se terminer en février 1988.

2.1 — Besoins

Les besoins en espace et en installations pour le nouveau laboratoire se résumaient ainsi:

- surface couverte de l'ordre de 10 000 m² complétée d'une surface extérieure au moins égale;
- travées entre poteaux d'au moins 20 m et possibilité de faire des photos aériennes à au moins 9 à 10 m au-dessus de la dalle;
- surface d'au moins 200 m² pour les bureaux et 500 m² pour les ateliers et le magasin;
- réserve d'eau de 2 000 m³ alimentée par l'eau claire avec un débit d'au moins 50 l/s (180 m³/h);
- distribution de l'eau vers les modèles réduits du laboratoire par un système à pression constante d'environ 1 bar (colonne de 10 m d'eau) et un débit minimal de 600 l/s;
- alimentation électrique en 220/380 V avec une puissance installée d'environ 1 500 kVA;

* Société Grenobloise d'Etudes et d'Applications Hydrauliques.

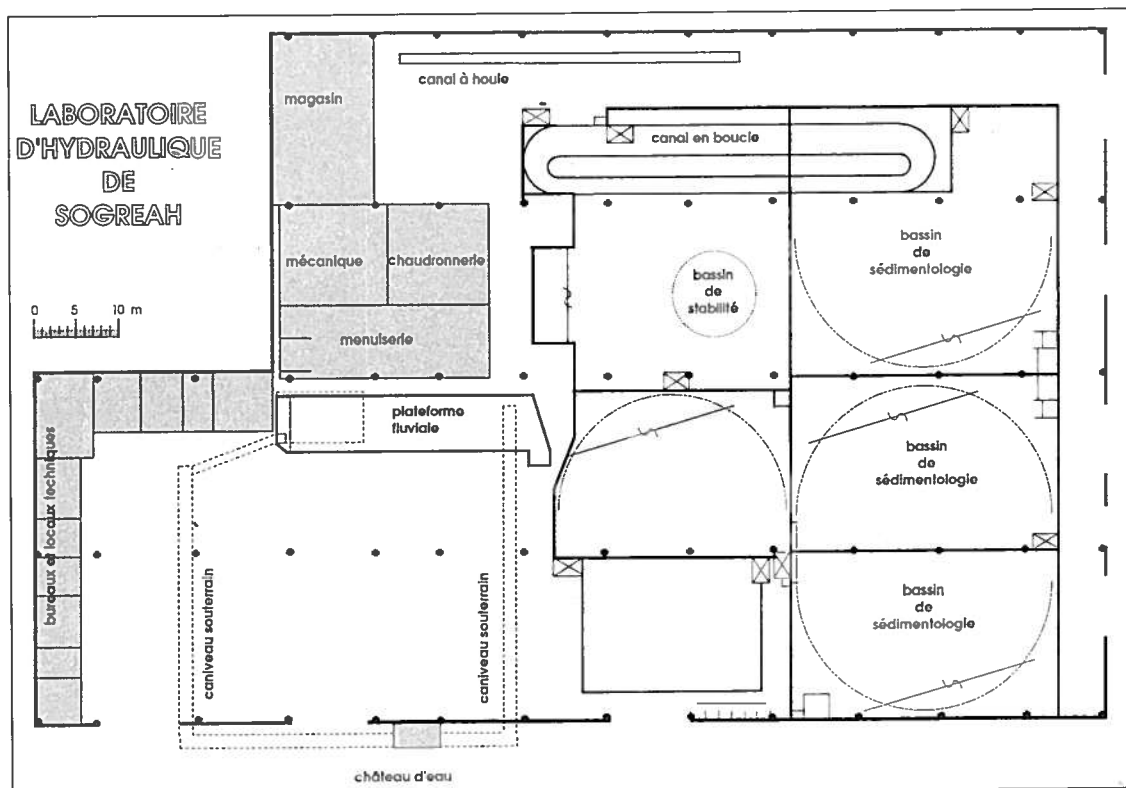


Vue générale des locaux Sogreah à Pont de Claix.

General view of Sogreah facility at Pont de Claix.

Plan-masse des installations.

Layout of installations.



Installations	Dimension (m)	Equipements
1 bassin sédimentologie maritime	20 × 32 × 0,8	1 générateur houle de 24 m
1 bassin sédimentologie maritime	20 × 32 × 0,4	1 générateur houle de 22 m
1 bassin sédimentologie maritime	20 × 32 × 0,4	1 générateur houle de 22 m
1 bassin de stabilité de digues	31 × 22 × 0,6/1,2	2 générateurs houle aléatoire
1 bassin mixte	21 × 40 × 1,0	1 générateur houle multidirectionnelle
2 canaux à houle et courants	40 × 1,0 × 1,2	2 générateurs houle aléatoire
1 canal en boucle (études vases)	50 × 3,2 × 0,6	1 générateur de courants
1 plate-forme fluviale	30 × 6,0 × 0,8	Débit maxi 250 l/s
1 plate-forme torrentielle	10 × 3,0 × 2,0	Débit maxi 150 l/s
surface couverte (modèles fluviaux)	2 000 m ²	Débit maxi 600 l/s sous 9 m
surface extérieure aménageable	7 500 m ²	

tableau I —
Descriptif technique
du laboratoire
d'hydraulique de
Sogreah.

table I — Technical description of Sogreah hydraulics laboratory.

g. réseau de transmission des mesures entre les modèles réduits et l'ordinateur central;

h. mise en place de l'ensemble en un temps record pour minimiser les retards dans les études sur modèles réduits en commande.

2.2 — Contraintes

Dans l'ensemble, les halls à notre disposition répondaient assez bien aux besoins ou permettaient en tous cas d'être aménagés à un coût raisonnable:

— les besoins en surface ci-dessus étaient satisfaits avec une surface couverte de 9 400 m² sur une surface totale de 23 000 m²;

— le besoin de largeur de travée était satisfait de justesse avec 20 m entre axes et 19 m entre poteaux. La question des photos aériennes était également résolue au-delà de nos espérances grâce à l'existence de ponts roulants dans chacune des 4 travées du hall;

— la surface des bureaux et des ateliers était vierge mais bien située;

— la réserve d'eau fut trouvée chez notre voisin, le Centre d'Etudes et de Recherche de Grenoble (ex-Neyrtec) qui disposait d'un bassin couvert peu utilisé et qui était disposé à nous le louer. Une conduite de fort diamètre restait cependant à installer sur environ 150 m pour relier cette réserve avec notre laboratoire;

— la distribution de l'eau à l'intérieur du laboratoire était bien sûr inexistante dans ces anciens ateliers de

mécanique: tout était à faire, mais après tout, c'est notre métier;

— la puissance électrique installée, au contraire, était amplement suffisante avec 2 500kVA, mais EDF exigeait la «mise en conformité» lors des modifications nécessaires à nos activités;

— le réseau de transmission des mesures était à installer de A à Z et nous décidions d'utiliser de la fibre optique pour supprimer les parasites et augmenter les débits d'informations;

— l'aspect délai était crucial car on ne pouvait pas faire attendre les études déjà commandées. Le problème se situait surtout au niveau des équipements (mécanique, électronique, etc.) qui devaient pratique-

ment être déménagés en bloc étant donné leur imbrication dans des systèmes complexes.

2.3 — Solutions

Dans ce jeu de besoins/contraintes relativement favorable au départ, l'équipe du laboratoire s'est mise à l'œuvre pour trouver les solutions aux problèmes subsistant pour aboutir 3 mois plus tard aux plans d'exécution des travaux:

- de génie civil;
- d'aménagement des bureaux et des locaux techniques;
- d'électricité et de fibre optique;
- de chaudronnerie.

Ces travaux furent sous-traités à 4 entreprises de la région grenobloise pour un montant total de l'ordre de 7 millions de francs.

De plus, les travaux de finition et le déménagement des 3 anciens laboratoires étaient à exécuter sur un budget d'environ 4 millions de francs.

Générateur de houle en cours de montage («if» Photo).

Wave generator during erection.



Les problèmes de **génie civil** se résumaient à la construction des bassins nécessaires pour les modèles réduits et aux réserves d'eau auxiliaires (600 m³ en plus du réservoir existant de 2 000 m³).

L'équipe du laboratoire a été assistée par les experts de Sogreah pour les calculs de béton armé.

La moitié environ de la surface couverte a été réservée pour l'aménagement des bassins et canaux nécessaires aux modèles réduits pour les études maritimes, tandis que l'autre moitié était réservée pour les modèles fluviaux.

La présence de ponts roulants (25 t ou 50 t) dans chaque travée du hall nous a permis de nous affranchir de tous les problèmes de transport de matériel et de matériaux durant l'exploitation des modèles. Ceci a donc permis de juxtaposer les bassins maritimes, gagnant ainsi sur les surfaces de circulation (remplacées par des passerelles aériennes légères) et sur le linéaire de murettes des bassins (murettes communes à 2 bassins).

Une attention spéciale a dû être accordée à l'étan-

chéité des murettes des bassins (1,10 à 1,90 m de hauteur) et en particulier au raccordement sur la dalle existante: une solution par bouchardage et chanfreins donne satisfaction.

L'étanchéité de la dalle elle-même, préfundue sur une maille de 5 m au carré, a été réalisée dans un premier temps par l'injection de goudron. Le résultat n'était pas parfait puisque les bassins perdaient environ 1 l/s sur une surface de 500 m². Une solution plus adaptée a été retenue: le collage de feuilles goudronnées.

Enfin, le béton des murettes ainsi que la dalle ont travaillé durant les 4 mois après leur construction. Les fentes ont été bouchées à l'aide d'un mastic souple.

Pour les modèles fluviaux, il n'est pratiquement pas possible d'aménager des bassins permanents: ces modèles sont de dimensions et de formes très variables. Le seul investissement possible est constitué par un réseau d'alimentation et de vidange des modèles.

Nous avons décidé d'installer ce réseau en souterrain dans la surface réservée aux modèles fluviaux. Ceci afin d'obtenir une flexibilité maximale pour l'exploitation de cette surface.

Deux tranchées espacées de 40 m et longues de 35 m devaient donc être réalisées dans le hall, ce qui nécessitait de scier la dalle de 25 cm d'épaisseur. Ces tranchées (1,2 m de large, 1,5 m de profondeur) devaient non seulement servir à collecter l'eau à l'aval

des modèles réduits, mais aussi abriter une conduite de diamètre 500 mm pour l'alimentation à l'amont des modèles.

Les modèles seraient donc construits entre les 2 tranchées afin d'être alimentés en eau par l'une et vidangés dans l'autre.

Du côté de la **chaudronnerie**, on peut noter que notre choix pour la conduite de fort diamètre entre le bassin de 2 000 m³ et notre laboratoire, distant d'environ 150 m, s'est porté sur une conduite de 1 000 mm de diamètre en acier protégé contre la corrosion. Cette préférence par rapport à une conduite en béton est principalement justifiée par un souci d'étanchéité à terme.

Le château d'eau nécessaire pour l'obtention d'une pression constante ainsi que le réseau d'alimentation des modèles fluviaux fut réalisé en acier inoxydable, le surcoût à l'investissement étant jugé faible par rapport à l'économie d'entretien obtenue ultérieurement.

3 — RÉALISATION

Les 4 principaux marchés de sous-traitance mentionnés ci-dessus furent signés courant avril 1987.

Les travaux s'effectuèrent dans les délais et après réalisation de quelques avenants secondaires, les travaux sous-traités s'achevèrent courant octobre 1987.

Les incidents de parcours ont été relativement minimes:

- problème localisé de stabilité de sol pendant le creusement de la tranchée de la conduite de diamètre 1 000 mm;
- problème de disponibilité de tôles en acier inoxydable durant l'été 1987;
- quelques problèmes de précision géométrique à la réalisation.

Des difficultés plus importantes furent rencontrées lors du déménagement des équipements:

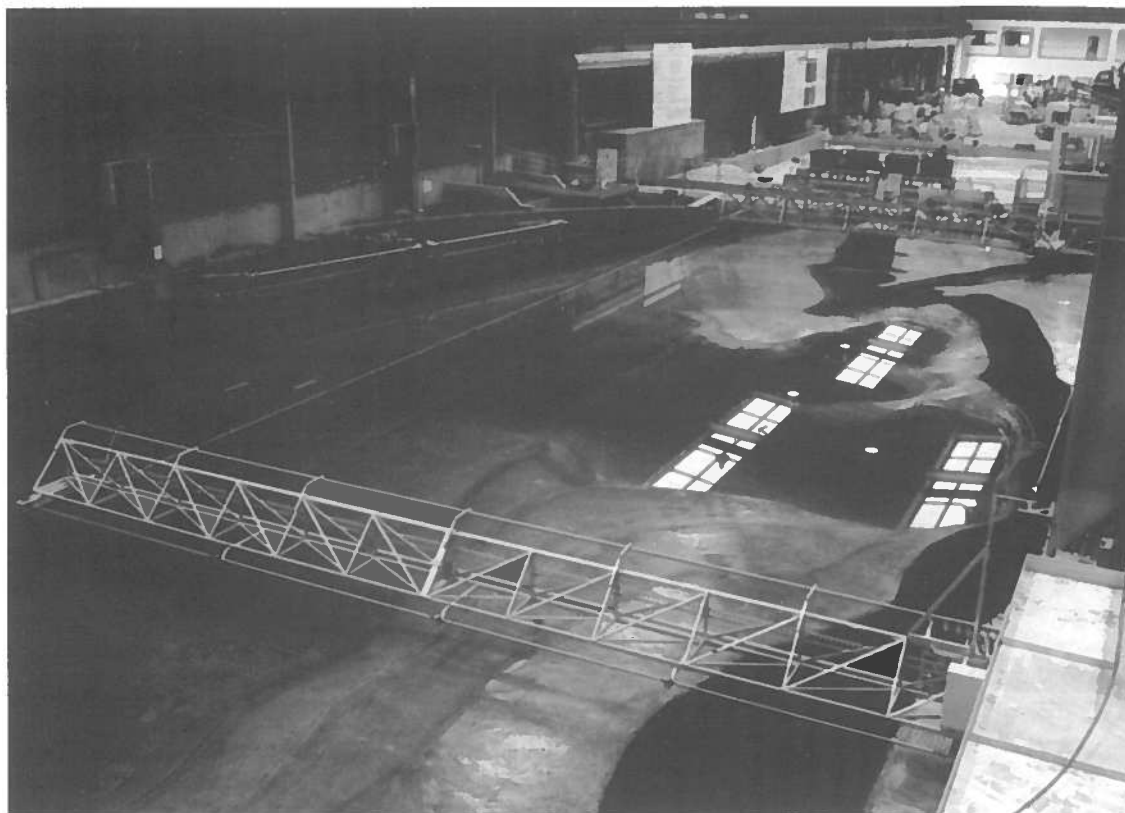
- il a fallu attendre la fin de la dernière étude dans chacun des 3 laboratoires avant de pouvoir démarrer le déménagement: la complexité des installations ne permettait pas d'effectuer des déménagements partiels sans arrêter l'ensemble de l'exploitation, ceci étant dû à l'imbrication des réseaux hydrauliques et électriques dans des laboratoires exploités depuis des décennies;
- la quantité de matériel et le travail de démontage (principalement mécanique): on possède plus de matériel qu'on ne croit!

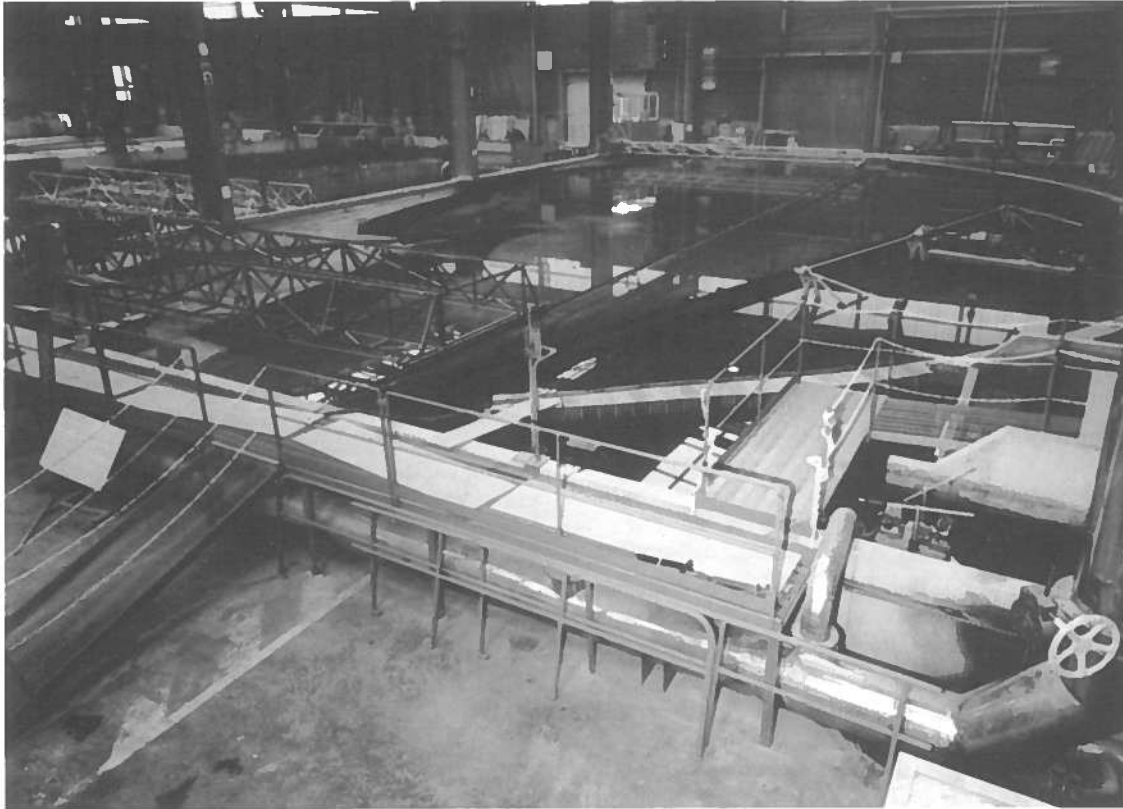
Ceci posait également un problème de stockage à la réception du matériel dans le nouveau laboratoire.

Et puis il a fallu remonter la partie du matériel déménagé qui était nécessaire aux études en commande:

Modèle du littoral d'Abidjan (Côte d'Ivoire) («if» Photo).

Model of Abidjan coastline (Ivory Coast).





nous étions entrés dans la phase des « finitions ». Cette phase a démarré vers le mois de septembre et s'est poursuivie jusqu'en février 1988, date à laquelle 6 modèles en bassin, 3 modèles en canal et 2 modèles fluviaux étaient opérationnels; 3 des 11 études étaient même déjà achevées!

Ces travaux de finition furent exécutés par le personnel du laboratoire et par un certain nombre de sous-traitants habitués de la maison.

En conclusion, on peut remarquer que l'ensemble de l'opération de déménagement et de réinstallation s'est déroulé sur environ 10 mois, soit à peine plus que le temps normalement requis pour la construction des 11 modèles cités plus haut. Ceci est dû au recours massif à la sous-traitance, mais aussi au dévouement de l'équipe du laboratoire de Sogreah à qui on doit un coup de chapeau.

L'angle Sud-Est du laboratoire, dans son état opérationnel («if» Photo).

Southeast corner of laboratory in operational phase.



Modèle d'ensemble de la centrale hydro-électrique de Vidalia (USA).

General model of Vidalia hydroelectric power plant (USA).

4 — UTILISATION

On ne pourrait terminer cet article sans illustrer davantage l'utilisation d'un tel laboratoire d'hydraulique, qui représente un investissement total de l'ordre de 80 millions de francs.

Ainsi qu'on aura pu le noter plus haut, les études réalisées sur des modèles réduits concernent principalement des problèmes maritimes et des problèmes fluviaux dans le cadre des projets d'aménagement du territoire étudiés par Sogreah.

Les modèles réduits physiques fournissent les éléments indispensables à la bonne élaboration du projet et au stade de la conception, ils constituent un support de réflexion inégalable grâce à la visualisation des phénomènes. Enfin, lors de la définition des ouvrages, ils lui permettent de trouver le difficile compromis entre le coût minimal et la sécurité.

4.1. — Les modèles maritimes

Dans le domaine maritime, les problèmes à résoudre en laboratoire relèvent principalement des questions de sédimentologie côtière et de stabilité d'ouvrages côtiers. Deux questions pour lesquelles les réponses données par les modèles mathématiques doivent souvent être complétées par les modèles physiques.

4.1.1 — Les modèles de stabilité: un gage de sécurité et d'économie

Tous les ouvrages construits en bordure de la côte peuvent être soumis à des forces considérables dues à l'impact des vagues durant les tempêtes. Ces ouvrages doivent donc être protégés soit par des carapaces constituées d'enrochements ou de blocs artificiels suffisamment lourds (digues à talus), soit par des structures en béton (digues verticales).

Les structures de protection des ouvrages doivent être dimensionnées pour les plus grosses tempêtes prévisibles durant la vie des ouvrages, soit plusieurs décennies; il n'est donc pas rare de dimensionner un ouvrage pour des vagues de plus de 10 m de hauteur. L'énergie mise en jeu dans de telles conditions laisse peu de place à l'erreur et bien peu d'ouvrages ainsi sollicités ont échappé à la fois aux essais sur modèle réduit et à la force destructrice de la mer.

Les études de stabilité sont souvent réalisées en deux étapes: une étude en canal à houle qui ne prend en compte que l'attaque frontale de la houle sur une portion du profil courant de l'ouvrage, puis une étude en bassin pour d'autres directions de houle et pour les points singuliers de l'ouvrage (musoirs, courbes prononcées, concentrations d'énergie des vagues due aux fonds).

Une étude de stabilité coûte l'équivalent d'une portion de quelques mètres linéaires de digue à talus située par des fonds de l'ordre de 10 m.

4.1.2 — Les modèles sédimentologiques: un outil sophistiqué qui exige une expérience sans défauts

La plupart des ouvrages construits sur une côte sableuse ou vaseuse ont un impact non négligeable sur leur environnement: problèmes sédimentologiques d'érosion et de sédimentation.

Un exemple assez typique est celui d'un ouvrage construit sur une côte sableuse, le long de laquelle existe un transport littoral de sable dû à la houle et aux courants. Dans ce cas, l'ouvrage forme un obstacle au transport littoral, ce qui entraîne une sédimentation en amont de l'ouvrage et une érosion en aval.

La situation est cependant souvent très complexe et nécessite à la fois des expertises sur le site, des études préliminaires sur modèle mathématique (propagation de la houle et des courants, estimation du



Modèle de détail de la centrale hydro-électrique de Vidalia (USA).

Detail model of Vidalia hydroelectric power plant (USA).

transport littoral) et des études détaillées sur modèle physique.

L'enjeu peut être considérable. L'érosion d'un littoral peut atteindre 10 m et plus de recul par an, soit à terme des pertes de dizaines, voire de centaines d'hectares de terrain. Les problèmes d'érosion peuvent devenir dramatiques lorsque la zone concernée est urbanisée ou touristique. La sédimentation, quant à elle, peut entraîner la nécessité de coûteux dragages dans le chenal d'accès d'un port par exemple. Dans un cas comme dans l'autre (les deux peuvent se cumuler), les pertes financières se chiffrent en millions, voire en dizaines de millions de francs par an.

Les études sur modèle physique comprennent tout d'abord une étape délicate de choix des échelles du modèle et du matériau mobile qui devra simuler la situation en nature. Une seconde étape consiste à régler le modèle de façon à obtenir une reproduction satisfaisante d'une évolution connue du littoral en nature. Cette vérification étant assurée, l'étude des nouveaux aménagements projetés peut débuter.

Une étude de sédimentologie coûte l'équivalent de quelques milliers de mètres carrés de terrain en bordure de mer.

La complexité des phénomènes physiques en jeu dans le domaine maritime nécessite une simulation sur modèle physique dans la majorité des cas: il n'y a souvent pas d'alternative pour un dimensionnement

correct des ouvrages et une bonne estimation de leur impact sur l'environnement.

4.2 — Les modèles fluviaux

Dans le domaine fluvial, la sédimentologie joue également un rôle important, mais les questions de sécurité des ouvrages sont encore plus fondamentales car il existe un risque potentiel direct pour les populations vivant à l'aval des aménagements.

Pour tous les barrages hydro-électriques, les déversoirs de crues constituent le «trop-plein de sécurité» et doivent être dimensionnés sur des crues exceptionnelles. Grâce à une longue expérience du dimensionnement des déversoirs, l'étude sur modèle réduit peut être évitée dans les cas simples. Les études effectuées en laboratoire ont cependant démontré qu'on aboutit très souvent à une économie sur le coût de réalisation de l'ouvrage: l'étude sur modèle réduit coûte l'équivalent de quelques centaines de mètres cubes de béton mis en place.

L'aspect rendement est la raison d'être d'un barrage hydro-électrique. A maintes reprises, l'étude sur modèle réduit a permis d'améliorer les rendements par une meilleure disposition du canal en amont et en aval de l'ouvrage (barrages de basse chute au fil de l'eau). Le modèle réduit permet en effet de reproduire un certain nombre de phénomènes hydrauliques avec une précision largement supérieure à celle que peut fournir le simple calcul.

L'aménagement des rivières et des torrents nécessite un grand nombre de petits ouvrages (seuils, protections des fonds et des berges) qui peuvent mériter une étude sur modèle réduit par leur aspect répétitif. La modernisation des moyens d'essai a permis de ramener le coût de telles études à l'équivalent de quelques milliers de mètres carrés de protection.

Les problèmes de sédimentologie apparaissent pratiquement dans tous les cas d'aménagements fluviaux: érosions localisées à l'aval d'un barrage, d'un seuil

ou d'une pile de pont ; érosions généralisées du lit aval de l'ouvrage dues par exemple à la sédimentation dans la retenue ou à une modification des ramifications d'un fleuve. Les problèmes générés par les érosions non maîtrisées se ramènent très souvent à des questions de stabilité de fondations des ouvrages riverains : quais, ponts, berges, dont la reprise en sous-œuvre est souvent délicate et toujours coûteuse.

Bien qu'en général de complexité moindre que les modèles maritimes, le modèle réduit fluvial apporte très souvent des éléments de première importance dans la recherche du meilleur compromis entre la sécurité et l'économie.

5 — L'AVENIR: LE LABORATOIRE D'HYDRAULIQUE DE FRANCE (LHF)

Citons ici un extrait de l'allocution de M. Pierre Bonafé, Président-Directeur Général de Sogreah, lors de l'inauguration du nouveau laboratoire, le 15 octobre 1987:

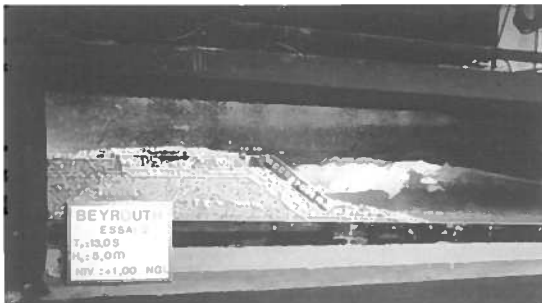
«Tel qu'il est, ce laboratoire est un progrès considérable par rapport à notre équipement antérieur. Mais il ne va pas en rester là. Conformément à une tradition bien grenobloise de valorisation mutuelle de l'Université et de l'Industrie, Sogreah et l'INPG (Institut National Polytechnique de Grenoble) ont constitué ensemble une entité dénommée Laboratoire d'Hydraulique de France (ex-CEFRHYG) à laquelle chacun va apporter sa contribution. L'État, la Région Rhône-Alpes, le département de l'Isère, la ville de Grenoble, ont décidé de financer l'apport que l'INPG fera à cette structure commune. De notre côté, nous mettrons ce laboratoire, notre savoir-faire, les codes mathématiques que nous possédons, à la disposition du LHF. En sorte que Sogreah et l'INPG disposeront en commun, qui pour ses besoins industriels, qui pour ses besoins d'enseignement et de recherche, d'un équipement magnifique au tout premier plan mondial.

D'autres équipements vont être aménagés ici, surtout l'automatisation du pilotage des modèles, des mesures et de la fabrication des maquettes.

De nouveaux logiciels vont pouvoir être développés complétant et améliorant la bibliothèque considérable que Sogreah a développée depuis de nombreuses années.

Cet ensemble sera bien entendu à la disposition de nos confrères, des entreprises et des industriels, enfin, de tous ceux qui, en France ou à l'étranger, souhaiteront procéder à des essais hydrauliques approfondis».

La création du LHF devrait venir conforter la place privilégiée qu'occupe en France, depuis plusieurs décennies, la région grenobloise, grâce à la présence de sociétés et d'organismes tels que Sogreah, Neyrtec, le CER, le CNRS et l'INPG.



Modèle de stabilité en canal de la digue de protection du littoral de Beyrouth (Liban).

Canal stability model of Beirut coastal protection dike (Lebanon).

5.1 — En ingénierie le moins cher n'est pas toujours le plus économique

La réputation d'un Ingénieur-Conseil repose sur le fait que ses ingénieurs soient attachés à résoudre de façon concrète les problèmes spécifiques de ses clients.

Les questions posées doivent être étudiées par des spécialistes qui savent apporter cette touche de créativité qui permet d'identifier la solution adaptée aux besoins du client. Les méthodes à employer sont celles qui permettent de répondre le plus efficacement possible aux problèmes posés sans recourir forcément aux méthodes existantes.

Cet état d'esprit fait que ce type d'ingénieur conseil est généralement le plus rapide et souvent, osons-le dire, le meilleur.

RÉSUMÉ FRANÇAIS

Le nouveau laboratoire d'hydraulique de Sogreah
A. de Graauw

En 1987, la Société grenobloise d'études et d'applications hydrauliques, Sogreah, a regroupé ses trois laboratoires sur un seul site, à Pont de Claix, près de Grenoble. Sur 9 400 m² couverts, l'installation comprend des canaux vitrés, des bassins à houle, des canaux à courant, etc. L'auteur de l'article, qui est chef de ce laboratoire, en expose la conception qui dépendait des besoins, des contraintes et des solutions que l'on pouvait apporter. Il décrit ensuite la réalisation des installations et le détail des équipements.

ENGLISH SUMMARY

The new Sogreah hydraulics laboratory
A. de Graauw

In 1987, Société Grenobloise d'Etudes et d'Applications Hydrauliques (Sogreah) relocated its three laboratories to a single site, at Pont de Claix near Grenoble. With 9 400 square metres of covered floor area, the installation includes glazed canals, wave basins, current canals, etc. The author, who is head of this laboratory, describes the design of the facility, based on the company's particular requirements and constraints as well as the solutions found. He then looks into the setup of the installations and details regarding the equipment.

DEUTSCHES KURZREFERAT

Das neue Hydrauliklaboratorium der Gesellschaft «Sogreah»
A. de Graauw

Die Gesellschaft «Sogreah» für Forschung und Anwendungstechnik im Hydraulikwesen, mit Sitz in Grenoble, beschloss im Jahre 1987 ihre drei Laboratorien auf einen Standort bei «Pont de Claix»

nahe Grenoble umzuschichten. Auf einem überdeckten Gelände von 9 400 m² umfasst die Anlage verglaste Kanäle, Dünungsbecken, Strömungskanäle usw... Der Verfasser, Leiter dieses Laboratoriums, erörtert dessen Prinzip, das auf den Anforderungen, den Zwangslagen und den möglichen Lösungen beruht. Er beschreibt sodann die Ausführung der verschiedenen Einrichtungen sowie die Einzelheiten der Ausrüstungen.

RESUMEN ESPAÑOL

El nuevo laboratorio de hidráulicas de Sogreah
A. de Graauw

En 1987, la Sociedad de estudios y de aplicaciones hidráulicas de Grenoble, Sogreah, reunió sus tres laboratorios en un solo emplazamiento en Pont de Claix, en las cercanías de la ciudad de Grenoble. La instalación cubierta, que ocupa una superficie de 9 400 m², consta de canales acristalados, canales de experiencias hidráulicas (con olas), canales de corriente, etc. El autor del artículo, Jefe del Laboratorio, expone las diversas fases del diseño, que dependía de las necesidades, de las restricciones impuestas y de las soluciones que era posible aportar. Acto seguido, describe la construcción de las instalaciones, detallando los equipos utilizados.

RESUMO EM PORTUGUES

O novo laboratório de hidráulica de Sogreah
A de Graauw

Em 1987, a sociedade de Grenoble de estudos de aplicações hidráulicas, Sogreah, regroupouseu tre laboratórios em um só local, à Ponte de Claix, perto de Grenoble. De 9 400 m² cobertos, à instalação é composta de canais envidraçados, Regrésa com ondas, canais com correnteza, etc. O autor do artigo que é chefe desse laboratório, expõe a concepção que dependia das necessidades das exigências e soluções que poderiam ser trazidas. O autor descreve em seguida a realização das instalações e o detalhe dos equipamentos.