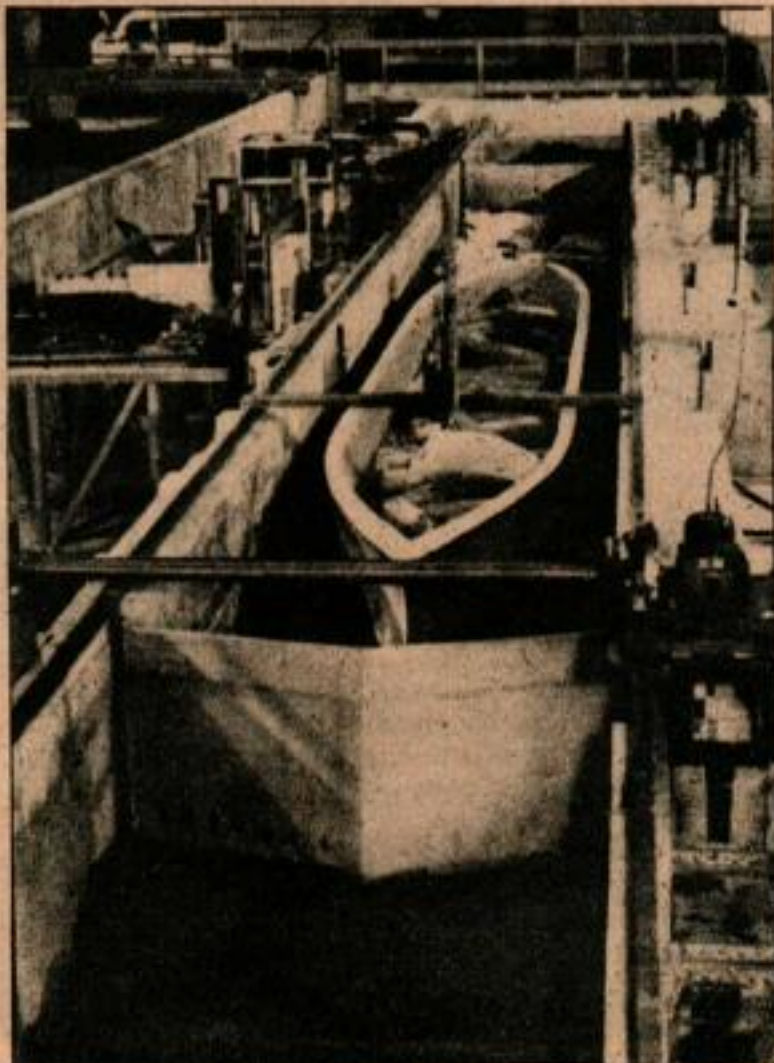




Le majestueux et puissant Mississippi est reproduit à échelle réduite dans cette maquette destinée à étudier la protection contre les inondations de la ville de Cairo (Etat de l'Illinois). Ci-dessous maquette d'essais du canal et des écluses de New-Jersey.



Comment on dompte la nature

Lorsque les typhons menacent les navires dans le port de Guam, ou lorsque une rivière quitte son lit, les ingénieurs se penchent sur les maquettes pour étudier comment ils peuvent dompter Dame Nature en colère.

COMMENT peut-on protéger les bateaux dans le port d'Apra, à Guam lorsque les typhons du Pacifique les menacent de leurs vagues hautes de 10 mètres.

Voilà un exemple typique des questions posées aux ingénieurs.

Ces questions qui concernent des travaux s'élevant à des millions de dollars, reçoivent leur réponse grâce à l'emploi de modèles réduits et de maquettes.

Les ingénieurs construisent, en effet, des ports dignes de Tom Pouce, et les livrent aux assauts de petites tempêtes qu'ils créent afin de déterminer la résistance des travaux et œuvres d'art envisagés.

Beaucoup de problèmes touchant les marées, les courants et les vagues sont trop compliqués pour être résolus par les mathématiques. La meilleure méthode pour connaître la valeur d'un brise-lames consiste à construire le brise-



lames en modèle réduit et d'étudier ce qui arrive.

Lorsque le Service des chantiers et des Docks de la Marine demanda au Professeur Robert Knapp et au Docteur Warren Wagner de l'Institut Technique de Californie, de leur recommander un modèle de brise-lames ainsi que d'autres travaux de protection pour le port d'Apra, les deux ingénieurs et leur personnel montèrent un vaste hangar d'avion à Azusa (Etat de Californie) et construisirent sur le sol du dit hangar un bassin peu profond entouré de parois en acier d'une superficie de 11 mètres carrés.

A l'intérieur de ce bassin, ils disposèrent une maquette en béton qui représente une surface de 18 km carrés du port d'Apra. Construite à l'échelle de 1 pour 360, la maquette est exacte à $3/10^6$ de millimètre près. Les caractéristiques du terrain, la ligne du rivage, la profondeur du port, les caps de corail et les profondeurs de l'océan jusqu'à 165 m au dessous du niveau de la mer sont reproduits à petite échelle. Il n'était pas utile de modeler le fond de la mer pour des profondeurs supérieures d'autant plus que Guam était en réalité la partie la plus élevée d'un sommet sous-marin, il eut fallu pour réaliser un modèle de l'île exactement à l'échelle, la placer à 24 mètres au-dessus du sol du hangar. On installa des machines pour imiter les vagues tout le long des parois du bassin ainsi que des pompes et des vannes de façon à reproduire à échelle réduite les marées, les courants, la houle et le mouvement des vagues.

Modèle à l'échelle de Guam construit sous un hangar d'avion à Azusa (Californie) pour étudier le brise-lames du port d'Apra. Ci-dessous, mouvement de vagues dans le port avant l'installation des brise-lames.



Pour voir comment se comporterait le port miniature, les ingénieurs placèrent un modèle de brise-lames à l'entrée du port, puis ils ouvrirent les vannes et mirent en marche les machines pour agiter l'eau. Les flots s'avancèrent et se retirèrent à l'entrée, des remous et des courants se produisirent, et de petites vagues crêtées engendrées par un vent soufflant à la vitesse de 160 kilomètres à l'heure vinrent frapper le minuscule brise-lames.

Un opérateur de prise de vues installé à 17 mètres au-dessus du bassin ce qui correspond à une altitude réelle d'environ 6000 m, prend des vues fixes et animées des vagues qui s'avancent et de leur action contre le brise-lames. Des oscillographes mesurent les mouvements de montée et de descente de l'eau aux endroits importants et transmettent ces renseignements à des appareils enregistreurs.

Le soir, on étudie les courants qui se produisent au moment des tempêtes. On place sur l'eau des petits flotteurs munis de réflecteurs qui brillent à la lumière et qui permettent en les photographiant, au moyen de poses successives, de connaître le sens et la vitesse de leur parcours.

Les uns après les autres, les brise-lames de formes, de longueurs et de hauteurs différentes sont étudiés. On détermine les effets des môles intérieurs ainsi que des autres ouvrages de protection. Lorsque ces essais seront terminés, cette année, on possédera une image précise des courants et de la hauteur des vagues à l'intérieur du port dans toutes les éventualités.

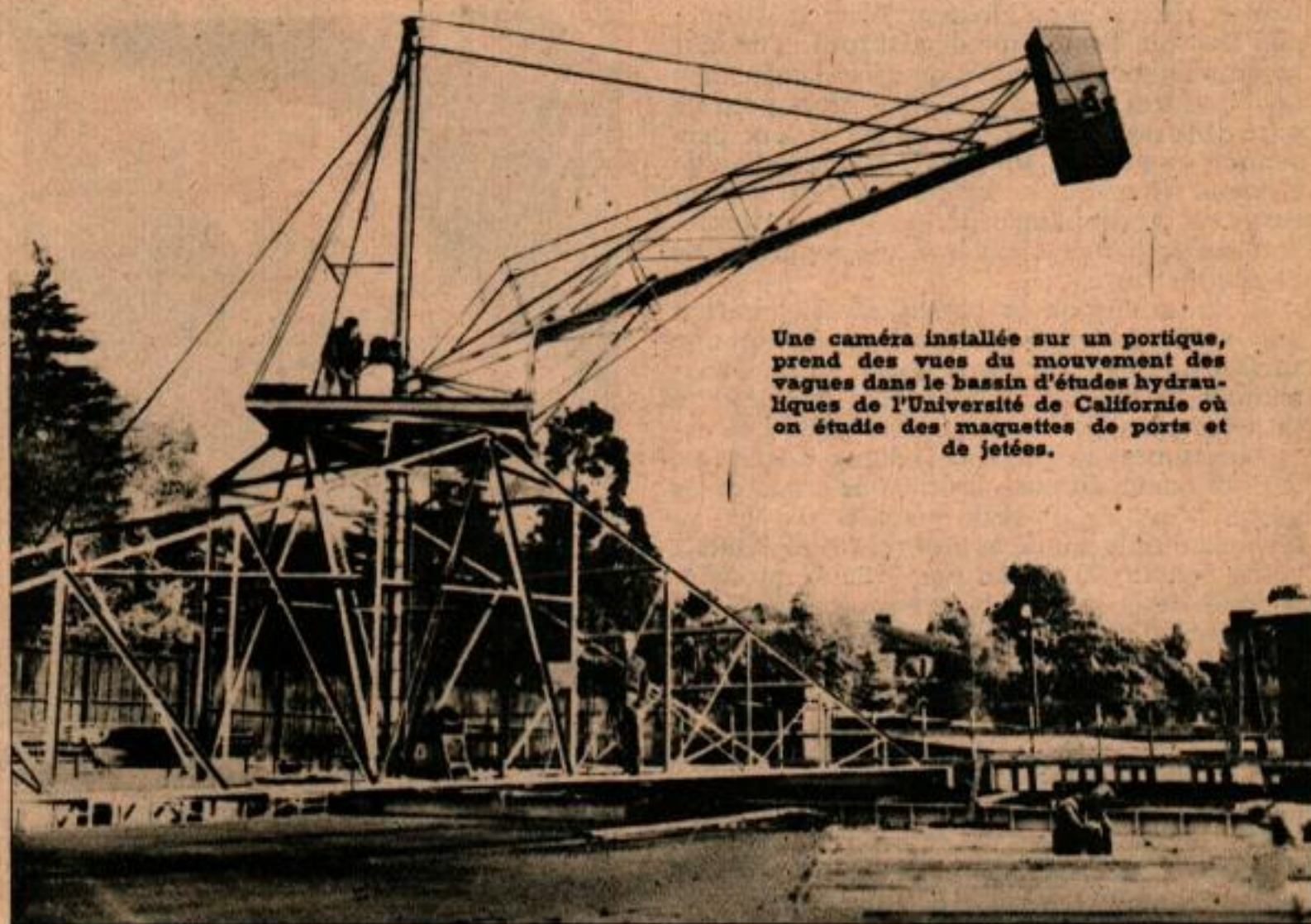
On désire également savoir si le port d'A-

pra pourra assurer son nettoyage naturel lorsque le brise-lames sera construit. Au cas où le mouvement des marées ne débarrasserait pas le port des déchets industriels ou des eaux d'égouts, il sera peut être nécessaire de creuser un canal à l'arrière du promontoire pour créer le mouvement d'eau indispensable pour obtenir ce nettoyage. L'étude de la maquette pourra alors indiquer la direction et les dimensions de ce canal si cela est utile.

La Marine de Guerre américaine a dépensé 275.000 dollars pour cette maquette ainsi que pour une autre maquette un peu plus petite du même port qui a été utilisée à l'Institut Technique de Californie pour les études préliminaires.

On dépensera 400 millions de dollars environ pour transformer Apra en une importante base navale moderne. L'emploi des maquettes pour ces études doit empêcher les erreurs de conception et économiser du temps et de l'argent.

Pendant la guerre les ingénieurs de l'Institut Technique de Californie employèrent les maquettes pour supprimer un phénomène mystérieux qui gênait considérablement la navigation dans le port de Los Angeles. Certains jours, les bateaux amarrés dans un coin du port semblaient être pris de la danse de Saint Guy. Ils heurtaient les jetées, chargeaient en avant et en arrière de toute la longueur de leurs amarres, et projetaient en l'air leur poupe et leur proue, le tout sans raison apparente. Ils se comportaient exactement comme s'ils se trouvaient en pleine tempête et cependant la plupart du temps, la mer était calme



Une caméra installée sur un portique, prend des vues du mouvement des vagues dans le bassin d'études hydrauliques de l'Université de Californie où on étudie des maquettes de ports et de jetées.

sans vagues ou avec de très petites vagues. Quelquefois, les bateaux subissaient des avaries, d'autre fois, les jetées étaient détériorées.

Les ingénieurs du Service des Ports pensaient que le phénomène était causé par des courants invisibles ou par une houle intermédiaire comme puissance entre les vagues et les marées. Le phénomène semblait d'ailleurs être aggravé par les nouvelles constructions ajoutées au brise-lames principal du port.

À l'Institut Technique de Californie, les ingénieurs soumièrent une maquette du port, faite à l'échelle, à des marées normales, puis à des courants et à des vagues. Ils réussirent ainsi à produire et à mesurer la fameuse houle. Leur remède, essayé sur la maquette, consistait à rendre plus étroites les entrées à travers le brise-lames principal et à ajouter un môle intérieur.

Ces améliorations furent exécutées et le phénomène disparut.

Il y a un an on posa la question suivante au groupe des ingénieurs spécialistes dans les recherches hydrauliques du Camp de Berkeley, dépendance de l'Université de Californie : l'explosion sous la mer de la bombe atomique de Bikini produira-t-elle des vagues capables de submerger complètement l'atoll ? Pour répondre à cette question, le Docteur Joseph Johnson et ses techniciens eurent l'idée de simuler l'explosion véritable de la bombe, avant que personne n'ait pu imaginer ce que serait cette explosion.

Ils réussirent si bien, que plusieurs mois avant l'expérience de Bikini ils avaient pu photographier une explosion en miniature qui ressemblait d'une façon frappante aux photographies de l'explosion véritable elle-même.

Ils obtinrent ce résultat en suspendant une masse de fer au-dessus d'une maquette de l'atoll et de sa lagune. Lorsque le câble soutenant la masse de fer

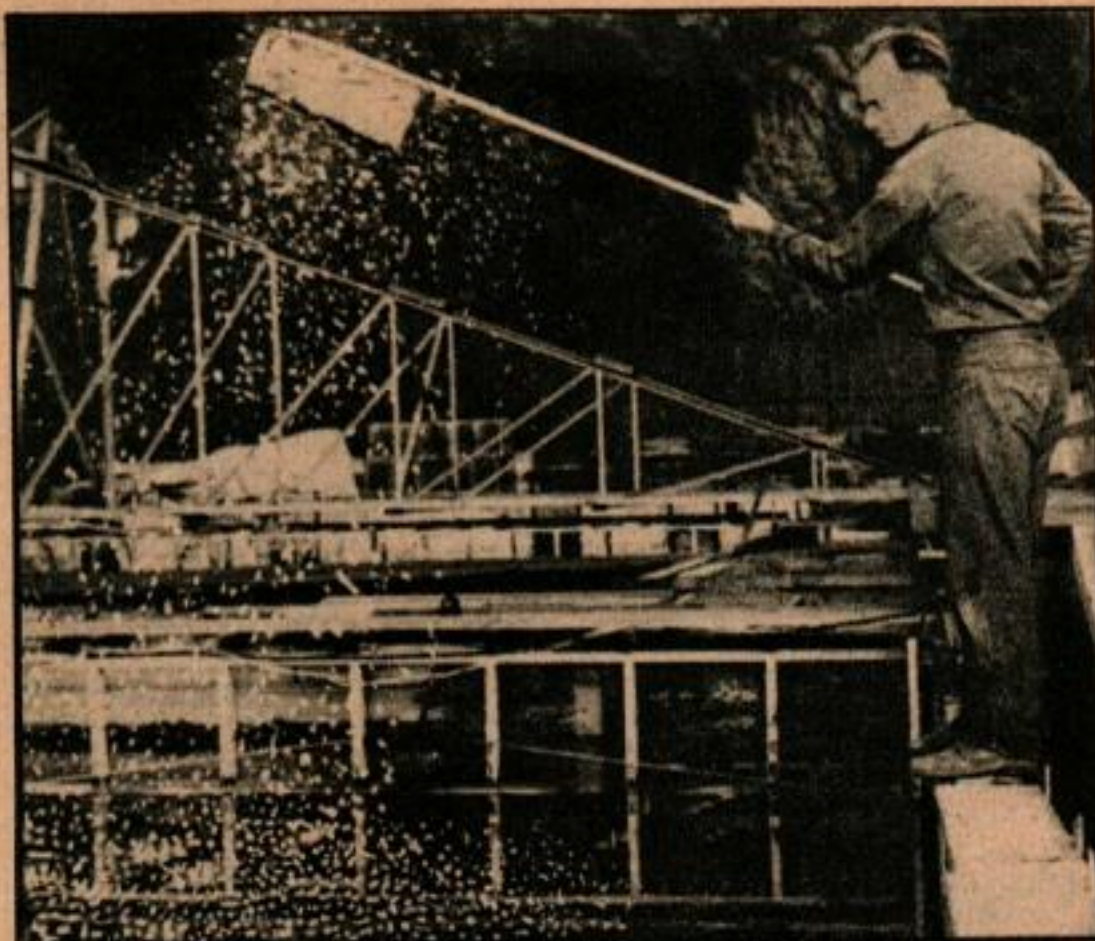


Les ingénieurs examinent cette maquette du bassin du Mississippi en construction près de Clinton (Miss.). La maquette terminée représentera 31 Etats.



Un poids tombant dans un bassin à l'Université de Californie simulait l'explosion de la bombe atomique. Cet essai fait avant l'explosion de Bikini avait pour but de faire connaître si les vagues déferleraient par dessus l'atoll de Bikini. Ci-dessous squelette d'un appareil de commande d'une maquette de la station expérimentale des voies navigables des E. U. pour le projet de barrage contre les inondations de Morganza (Louisiane).





On jette des confettis sur l'eau pour permettre aux photographies d'indiquer la vitesse et la direction des courants sur les maquettes des ports ou des canaux. Ci-dessous une pose de six secondes montre les confettis entraînés par l'eau sur une maquette de la rivière St-John, en Floride. Pour obtenir un bon contraste sur les photos, l'eau est colorée avec une teinture sombre.



fut brûlé, la masse tomba, et produisit une éruption sous l'eau.

Les vagues se répandirent de tous côtés et vinrent se briser sur les plages environnantes. On laissa tomber des objets de différents poids et de différentes formes, et à des hauteurs différentes au cours des essais.

On leur demanda d'indiquer également pendant combien de temps les matières radio-actives pourraient rester dans les différentes parties de la lagune après l'explosion de la bombe. Pour répondre à cette question, ils construisirent un grand modèle de 18 m sur 28 m muni de vannes permettant de simuler les marées et les courants. On laissa tomber une teinture dans la lagune à l'endroit prévu pour l'explosion. On enregistra les mouvements des masses d'eau ainsi que la persistance de la teinture durant plusieurs marées. Certaines parties furent presque immédiatement débarrassées de toutes traces de teinture tandis que d'autres points en conservaient longtemps.

On utilisa ensuite ces renseignements à Bikini.

Le Laboratoire de recherches hydrauliques le plus important de tous est celui de la Station expérimentale des Voies Navigables des E. U. située près de Vicksburg (Miss.).

La plupart des travaux de protection contre les inondations, réalisés sur le Mississippi depuis 1930, avaient tout d'abord été essayés sur les maquettes du laboratoire.

Chaque étude faite dans cette station expérimentale est différente. Pendant la guerre, le Colonel C. I. Newton, qui en est le directeur, avait avec son personnel poursuivi des recherches sur un nouveau système de ponts de bateaux.

Ils travaillèrent en secret, dans un laboratoire couvert, afin d'essayer différents systèmes de caissons destinés à annuler les effets des vagues

(Suite page 138)



La grande dimension de la maquette donne l'aspect de nains aux ingénieurs hydrauliques qui mesurent le débit de l'eau dans cette maquette du cours inférieur du Mississippi, destinée à étudier la lutte contre les inondations. Ci-dessous, les machines pour produire automatiquement les marées sont visibles à l'extrême droite de la photographie. Cette maquette est celle du port de Savannah. La station expérimentale des voies navigables des E. U. de Vicksburg (Miss.) utilise cette maquette pour l'étude de l'ensablement des passes dans les ports.



Comment on dompte la nature

(Suite de la page 40)

de la Manche. Cette étude fournit la documentation de base pour la construction des ports artificiels employés lors de l'invasion de l'Europe.

Actuellement la station cherche des réponses pratiques aux questions suivantes :

Comment accroître la profondeur du chenal conduisant à Jacksonville (Floride) sans augmenter la vitesse de la rivière, ni la hauteur des marées, ni la teneur en sel de l'eau ?

Quelle est la meilleure place pour le déversoir, pour le canal de fuite, et pour d'autres travaux à exécuter au barrage de la rivière Nord Santiam (Oregon) dont le projet est actuellement à l'étude ? Quelle direction faut-il donner au prolongement des brise-lames d'Anaheim Bay (Californie) ? Quelle est la valeur des mesures contre les inondations qui sont proposées pour les villes de Cumberland et Cairo.

Toujours intéressée par les questions concernant le Mississippi, la station expérimentale construit actuellement une maquette de ce fleuve qui sera la plus grande qui ait jamais été construite. Cette maquette couvrira une surface de 80 ha près de Clinton (Miss.).

La maquette reproduira en miniature tout le bassin du Mississippi. Elle sera longue de 1.370 m et large de 1200 m et sera faite en mottes de gazon et en béton. Elle représentera les terrains de 31 Etats allant des Monts Apalaches aux Montagnes Rocheuses, et du Canada au Golfe du Mexique, cette maquette reproduira environ 41 % de la surface totale des Etats-Unis. Le cours de l'Ohio, du Tennessee, de l'Arkansas et des Red Rivers ainsi que ceux de leurs principaux affluents sera indiqué. Des chaînes de montagnes d'une hauteur de 1.600 m seront reproduites par des collines de 15 m de haut. Les cours de ces rivières et fleuves qui représentent une longueur de 2.400 km seront réduits à une longueur de 12 km. Toutes les installations contre les inondations, existantes ou projetées, y compris les levées, les digues et environ 200 barrages seront installés. Lorsqu'elle sera terminée, c'est à dire au bout de deux à quatre ans, la maquette colossale permettra aux ingénieurs de mettre au point la technique la meilleure pour le contrôle général de ces fleuves. Comment utiliser au mieux les nombreux barrages du système ? N'est-ce pas là un problème de la plus haute importance ?

On pompera environ 4.000 litres d'eau par minute pour alimenter cette maquette et pour reproduire les orages et les tempêtes.

On pourra ainsi reproduire simultanément un gros orage en amont de la Red River, une pluie moyenne, mais continue jusqu'aux approches du Mississippi et une crue violente descendant le cours de l'Ohio. La vitesse et les effets de chaque crue pourront être mesurés en 15 points importants. Chacun de ces points sera relié électriquement à des appareils enregistreurs qui permettront d'établir des graphiques des différents niveaux de l'eau.

La station expérimentale utilise déjà une maquette d'une superficie d'un ha. pour l'étude des mesures à prendre contre les inondations dans le cours inférieur du Mississippi. La maquette actuelle, si grande soit-elle, sera surpassée par la maquette en construction.
