

# Une communauté internationale sur les digues

## *An international Community of Practice on Levees*

R. Tourment<sup>1</sup>, E. Sossenkina<sup>2</sup>, M. Bottema<sup>3</sup>, P. Peeters<sup>4</sup>, R. Pohl<sup>5</sup>, A. Rushworth<sup>6</sup>, J. Simm<sup>7</sup>, M. Van<sup>8</sup>

<sup>1</sup> Irstea, Aix en Provence, remy.tourment@irstea.fr

<sup>2</sup> HDR Inc., Denver (CO, USA), elena.sossenkina@hdrinc.com

<sup>3</sup> Rijkswaterstaat, Lelystad (Pays Bas), marcel.bottema@rws.nl

<sup>4</sup> Flanders Authority, Department of Mobility and Public Works, Anvers (Belgique), patrik.peeters@mow.vlaanderen.be

<sup>5</sup> TU Dresden, Dresde (Allemagne), reinhard.pohl@tu-dresden.de

<sup>6</sup> Environment Agency, Exeter (Royaume Uni), adrian.rushworth@environment-agency.gov.uk

<sup>7</sup> HR Wallingford, Wallingford (Royaume Uni), j.simm@hrwallingford.com

<sup>8</sup> Deltares, Delft (Pays Bas), Meindert.van@deltares.nl

### Résumé

L'article présente le développement et les résultats de plusieurs initiatives internationales sur la création d'une communauté de pratique autour des digues de protection et plus largement de la gestion du risque inondation. Il comprend une présentation de l'avancée des travaux du groupe de travail du Club Européen de la CIGB ainsi qu'une analyse et une synthèse des articles relatifs aux digues et aux ouvrages de protection contre les inondations qui ont été publiés et présentés lors de la conférence internationale FLOODrisk2016 (Lyon, France, octobre 2016) et du congrès CIGB de Vienne (Autriche, juillet 2018). Enfin, il présente les objectifs du nouveau Comité Technique de la CIGB sur les digues et les perspectives de pérenniser cette communauté.

### Mots-Clés

Digues – Risque inondation – Collaboration – Progrès - Communauté

### Abstract

The paper presents the development and results of several international initiatives on the creation of a community of practice around flood protection levees and more broadly flood risk management. It includes a presentation of the progress of the work of the Working Group of the European Club of ICOLD and an analysis and synthesis of the articles relating to levees and flood protection structures that were published and presented during the international conference FLOODrisk2016 in Lyon (France, October 2016) and the ICOLD congress in Vienna (Austria, July 2018). Finally, it presents the objectives of the new ICOLD Technical

Committee on Levees and the prospects of sustaining this community.

### Key Words

Levees - Flood Risk - Collaboration - Progress – Community

---

### Introduction et historique

#### Les digues : premières approches à l'échelle nationale

Jusqu'à ces dernières décennies, la plupart des pays européens n'avaient pas d'approche nationale sur les problématiques liées aux digues de protection contre les inondations. Le plus souvent, les ouvrages existaient "dans le paysage", mais n'étaient plus depuis leur construction (ou leur dernière réparation après une inondation) considérés avec toute l'attention que leur fonction pourtant essentielle aurait mérité ; leur entretien, leur gestion étaient dans beaucoup de cas réduits, voire inexistant, et aucune politique ou réglementation nationale ne venait encadrer leur suivi ou leurs performances. En France, ce sont les inondations de Camargue de 1993 et 1994 qui ont fait prendre conscience de cette problématique et rappelé aux différents responsables l'existence de ces ouvrages, leur intérêt et la nécessité de les maintenir dans un état de service suffisant, comme pour toute infrastructure publique. De nombreux événements (Aude 1999, Rhône aval 2002 et 2003, Xynthia 2010, pour ne citer que ceux ayant eu les conséquences les plus catastrophiques) ont renforcé la conscience des pouvoirs publics et des populations sur l'intérêt de suivre et contrôler l'état et la performance des ouvrages. L'évolution régulière de la réglementation française [5] en lien avec les digues, initiée avec la circulaire de 1999 sur leur recensement, illustre bien cet intérêt permanent.

Aux Pays-Bas [8], pays pour qui les digues représentent pourtant une nécessité vitale, 26 % du territoire étant sous le

niveau de la mer et environ 60 % inondable, il a fallu la catastrophe de 1953 pour que le gouvernement se préoccupe à nouveau, avec un plan ambitieux, de la remise à niveau de ces ouvrages et de leur gestion. Ces prises de conscience ayant eu lieu à l'échelle nationale, dans les meilleurs des cas, avec un passif à rattraper en termes organisationnels et matériels demandant des efforts conséquents, l'urgence n'a dans un premier temps pas été de se rapprocher d'une communauté internationale, dont le cadre formel restait par ailleurs à mettre en place.

### **Le risque inondation : échelle européenne et lien avec les USA**

En lien avec la Directive Cadre Européenne (2007) sur le risque inondation, celui-ci, ainsi que les ouvrages de protection, étaient tout de même l'objet de programmes de recherche européens, dont le projet FLOODsite<sup>1</sup> (2004-2009) [6] qui a entériné l'usage du modèle "Source Pathway Receptor" pour l'analyse de ce risque.

Une des premières initiatives à l'origine d'une véritable communauté internationale sur les digues et sur le risque inondation a probablement été l'atelier international "Perspectives de recherche sur les inondations et la gestion des risques d'inondation aux États-Unis et en Europe" qui s'est tenu à Budapest, Hongrie, du 7 au 9 novembre 2006. Cet atelier a été financé par l'US Army Corps of Engineers suite à la catastrophe liée à l'ouragan Katrina (2005), les États Unis ayant identifié le besoin de coopération internationale dans le domaine.

La conférence internationale FLOODrisk, qui s'est tenue en 2008 à Oxford en clôture du projet FLOODsite, a eu comme ambition de rassembler non seulement les scientifiques mais aussi tous les autres types d'acteurs de la gestion du risque inondation. Suite à une décision prise lors d'une réunion en marge de cette conférence, le projet de rédaction d'un guide international sur les digues de protection, l'International Levee Handbook<sup>2</sup>, a été lancé. La parution et le lancement de l'ouvrage [1], en octobre 2013 (figure 1), ont eu lieu simultanément à l'atelier final du projet de recherche européen FloodProBE<sup>3</sup> (2009-2013) [3]. Une des conclusions de cet atelier était qu'il était souhaitable qu'une communauté de pratique internationale autour de la gestion du risque inondation se mette en place de manière pérenne. Cet intérêt était démontré par le résultat très positif de ces différentes initiatives et de la seconde conférence FLOODrisk qui s'est tenue en 2012 à Rotterdam, la dynamique alors présente et le constat généralement partagé de la plus-value des échanges internationaux.



FIGURE 1 : PHOTO DE GROUPE EN ARLES D'UNE PARTIE DES CONTRIBUTEURS A L'ILH, LORS DE LA CEREMONIE D'INAUGURATION EN 2013 (PHOTO : SAMUI)

### **Le risque inondation, le concept FRM-CoP et les digues**

La gestion du risque d'inondations (FRM<sup>4</sup>) est basée sur une série de mesures et d'instruments possibles comprenant, de manière non exhaustive, les ouvrages de protection. Comprendre la complémentarité et la cohérence de ces mesures revêt une importance particulière pour leur efficacité commune. Pour y arriver, il y a nécessité de collaboration et d'échanges d'informations entre les différents gestionnaires et décideurs aux différentes échelles et les ingénieurs et scientifiques, généralistes ou spécialistes de différentes disciplines : c'est le concept de Communauté de Pratique (CoP<sup>5</sup>). Une communauté de pratique a été définie comme "un groupe de personnes partageant une préoccupation, un ensemble de problèmes ou une passion pour un sujet et qui approfondissent leurs connaissances et leur expertise dans ce domaine en interagissant de manière continue" [12]. La prise de conscience des avantages d'une vaste communauté de pratique internationale sur la gestion des risques d'inondation, ainsi que de CoP internationales plus spécialisées (digues et barrages, géotechnique, hydrologie, hydraulique, services de secours...) a augmenté ces dernières années et s'est vue confirmée par le résultat des projets présentés dans l'introduction. Le concept FRM-CoP s'est formalisé à travers la préparation de plusieurs propositions de projets [7]. Cette communauté doit permettre les échanges et l'enrichissement mutuel des connaissances et des pratiques entre pays, entre échelles géographiques et entre les différentes catégories d'acteurs (figure 2) : décideurs politiques, gestionnaires, scientifiques, ingénieurs.

Malheureusement, suite à l'absence de financement, FRM-CoP en reste au stade informel, sans structure pérenne pour l'animer. Par contre plusieurs communautés plus "spécialisées", en lien avec cette "communauté de

<sup>4</sup> Flood Risk Management

<sup>5</sup> Community of Practice

<sup>1</sup> <http://www.floodsite.net>

<sup>2</sup> le terme Levee, utilisé aux USA, a été choisi au niveau international pour désigner les digues de protection contre les inondations en remblai, objet du guide. Ce terme d'origine française, le mot "levée" étant toujours d'usage sur la Loire, a été préféré à de nombreuses alternatives plus ou moins imprécises ou ambiguës dans un contexte international.

<sup>3</sup> <http://www.floodprobe.eu> Ce projet traitait des inondations en général et comprenait un axe sur les ouvrages de protection.

communautés", sont d'ores et déjà organisées et actives ; il s'agit souvent de communautés scientifiques disciplinaires ou techniques en lien avec un objet ou une activité.

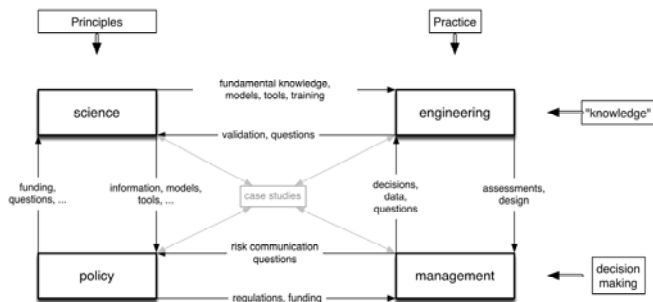


FIGURE 2 : LES DIFFERENTS TYPES D'ACTEURS ET LEURS RELATIONS AU SEIN DE FRM-COP (R. TOURMENT)

Les digues et autres ouvrages de protection, compte tenu de leur importance dans la gestion du risque inondation et de leurs spécificités, ont été reconnus dans les travaux préalables comme une communauté ayant besoin d'une organisation "chapeau", et la communauté des barrages<sup>6</sup> avait été identifiée comme potentiellement compatible. Nous détaillons plus loin cette intégration réussie des digues au sein d'une famille des ouvrages hydrauliques élargie.

## FLOODrisk2016

La série de conférences FLOODrisk, dont les deux premières ont été mentionnées plus haut, reste malgré tout une manifestation concrète de l'existence, même informelle, de la communauté FRM-CoP. La troisième conférence FLOODrisk a eu lieu en 2016 à Lyon, avec une activité importante en lien avec les digues et ouvrages de protection [10].

L'objectif de ces conférences est de mettre la "recherche en pratique", de créer des liens et des interactions entre les décideurs, les praticiens et les scientifiques, en mettant l'accent sur des approches interdisciplinaires sur tous les sujets liés à la gestion des risques d'inondation. Les sessions plénières sont basées sur des présentations d'orateurs invités, les sessions parallèles contiennent des présentations classiques dans les conférences basées sur des articles soumis et évalués par des pairs, tandis que les sessions spéciales ont un format plus interactif, semblable à un atelier. En plus de ce programme déjà complet, des événements parallèles organisés par des tiers rassemblent un public plus large intéressé par un agenda spécifique en relation avec la gestion du risque inondation.

FloodRisk2016 comprenait quarante sessions parallèles, dont

trois étaient consacrées à la performance et au comportement des ouvrages de protection contre les inondations, principalement sur les digues en terre, car ce sont les structures de défense contre les inondations les plus répandues dans la plupart des pays. La recherche montre que la communauté est très active, avec de nouveaux modèles et de nouvelles technologies en cours de développement. L'un des sujets de discussion les plus récurrents concerne les incertitudes et le manque de connaissance du comportement réel des digues. Les principaux sujets peuvent se résumer comme un besoin conséquent de connaissances des performances réelles des digues et des mécanismes de dégradation et de rupture et des scénarios de défaillance, ainsi que de l'application d'approches probabilistes pour faire face aux incertitudes. Outre ces trois sessions sur la performance et le comportement des digues et ouvrages de protection contre les inondations, une session a été consacrée à la gestion et à la maintenance des infrastructures (de défense contre les inondations). De nombreuses communications présentées lors des autres sessions parallèles (réparties en six thèmes principaux) ont traité au moins en partie du sujet des défenses contre les inondations, souvent des digues en terre, mais également des barrages et des canaux. Dans une session sur "les mesures de protection et de prévention à long terme", différents types de mesures structurelles ont été présentés en conjonction avec des mesures non structurelles. Le rôle des structures de protection et leur impact dans l'évaluation des risques d'inondation ont fait l'objet d'un article dans la session "Probabilité des inondations et des tempêtes" et d'un autre dans la session "Évaluation et évaluation des risques".

Les huit sessions spéciales intéressaient potentiellement la communauté des digues, mais trois de ces sessions spéciales avaient un lien direct et fort avec les ouvrages :

- PREVIRISQ : sélection de projets français pour la gestion du risque inondations,
- solutions naturelles et basées sur la nature pour la protection contre les inondations,
- communautés de pratique en matière de gestion des risques d'inondation et des digues.

Un résumé plus détaillé de l'ensemble de ces résultats figure dans [10], et l'ensemble des communications est disponible en ligne librement<sup>7</sup>.

La prochaine conférence de la série, FLOODrisk2020, doit avoir lieu en 2020 à Budapest (Hongrie).

## Les digues et la CIGB<sup>8</sup>

En ce qui concerne les digues et autres ouvrages de protection contre les inondations, la communauté internationale de décideurs, de gestionnaires, de chercheurs

<sup>6</sup> CIGB : Commission Internationale des Grands Barrages – ICOLD : International Commission on Large Dams

<sup>7</sup> <https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2016/02/contents/contents.html>

<sup>8</sup> Commission Internationale des Grands Barrages <http://www.icold-cigb.org/home.asp>

et d'ingénieurs qui a commencé à se développer avec l'ILH [1], rédigé par une équipe internationale, a démontré à la fois le besoin et la faisabilité d'une telle collaboration internationale. Le résultat a été généralement reconnu comme supérieur à la somme des parties que chacun y avait apportées. Le guide publié en 2013 a posé les fondations du travail ultérieur de la communauté internationale sur les digues. Restait à trouver une communauté pérenne susceptible d'abriter au niveau international les activités de cette communauté.

### Les digues et les autres communautés

Les digues, et plus largement les ouvrages de protection contre les inondations, apparaissent régulièrement dans les travaux de communautés scientifiques plus disciplinaires : AIRH<sup>9</sup> pour l'hydrologie et l'hydraulique, et SIMSG<sup>10</sup> pour la géomécanique et la géotechnique, entre autres, la SIMSG ayant même un Comité Technique dédié aux digues<sup>11</sup>.

Néanmoins, ces communautés ont plutôt tendance à traiter les digues comme objet d'application que comme objectif central. L'analyse faite dans le cadre de la conceptualisation de FRM-CoP démontrait l'intérêt d'une communauté dédiée centrée sur l'objet "digues", en lien avec les autres communautés, plus spécialisées.

### Digues et barrages, la CIGB

L'ingénierie et l'analyse des barrages et celles des digues ont beaucoup en commun en termes de sciences fondamentales (hydrologie, hydraulique, géomécanique, géotechnique, morphodynamique...), et de nombreux ingénieurs et gestionnaires travaillent déjà sur les deux types de structures. Par ailleurs, les spécialistes d'un seul des deux types de structures peuvent apprendre beaucoup des spécialistes de l'autre. Il semblait donc naturel d'essayer d'étendre le domaine d'activité de la CIGB, communauté internationale des barrages, aux digues et autres ouvrages de protection.

De nombreux comités nationaux de la CIGB ont d'ailleurs intégré depuis de nombreuses années les digues dans leur champ d'application, tels le CFBR<sup>12</sup>, l'USSD<sup>13</sup> ou le NETHCOLD<sup>14</sup>, reconnaissant l'intérêt de travailler sur l'ensemble de la famille des ouvrages hydrauliques.

Une des spécificités des digues de protection, par rapport à d'autres ouvrages hydrauliques, est qu'elles sont construites pour protéger d'un aléa, mais qu'elles ne suppriment pas le

risque. En effet, elles transforment un aléa naturel (la crue ou la tempête) en une combinaison de cet aléa naturel et d'un aléa technologique (la rupture ou la défaillance de la digue). L'analyse de risque (= du risque inondation) des systèmes de digues est donc une activité fondamentale, intrinsèque à leur conception et à leur gestion [2] qui commence à avoir un cadre défini et accepté au niveau international [9]. Il s'agit donc probablement d'un domaine dans lequel l'expérience développée sur les digues pourrait apporter une plus value aux spécialistes du même domaine appliqué aux barrages.

### Le groupe de travail du Club européen de la CIGB

Dans cet esprit, le Club européen de la CIGB a approuvé, lors de sa réunion du congrès CIGB de Stavanger en 2015, la création d'un groupe de travail (GT) sur les digues et ouvrages de protection contre les inondations. Ce GT, sur la base de ses termes de référence [10], a depuis eu un certain nombre d'activités et de productions :

- des réunions annuelles en 2016, 2017 et 2018,
- mise en ligne et alimentation d'un site web<sup>15</sup>,
- des ateliers de travail en 2017 et 2018,
- une newsletter (trois numéros parus à ce jour),
- un rapport sur la situation des digues dans différents pays européens et aux USA, traitant des questions techniques et organisationnelles,
- un plan détaillé pour la rédaction d'un rapport sur la comparaison entre barrages et digues.

Démarré avec 5 pays membres, le GT comprend en juillet 2018 36 membres de 14 pays plus 3 membres individuels de 2 pays en attente de décision définitive.

Le GT a eu une influence au sein de la CIGB, soutenu en cela par plusieurs comités nationaux ainsi que par le Bureau de la CIGB, pour deux décisions importantes :

- en 2016, l'inscription au programme du Congrès 2018 de Vienne (Autriche) d'une Question<sup>16</sup> traitant des digues, pour la première fois dans l'histoire de la CIGB,
- en 2017, la création d'un Comité Technique (CT) de la CIGB dédié aux digues, également pour la première fois de son histoire.

Ces évolutions importantes et rapides au sein de la CIGB démontrent l'opportunité qui avait été précédemment analysée, ainsi que le dynamisme des membres de la communauté.

Suite à la création du CT, il a dans un premier temps été envisagé l'arrêt des activités du GT, le CT en prenant naturellement la place à une échelle géographique plus importante. Après un temps de réflexion, il a été décidé de garder le GT actif, en tant que groupe miroir à l'échelle européenne et plate forme d'échanges, entre autres avec le site web et la newsletter.

### Le Comité Technique Digues de la CIGB

<sup>9</sup> Association internationale de recherches hydrauliques (IAHR - International Association for Hydro-Environment Engineering and Research en anglais)

<sup>10</sup> Société Internationale de Mécanique des Sols et de la Géotechnique (ISSMGE - International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering en anglais)

<sup>11</sup> le Comité Technique 201 " Geotechnical Aspects of Dykes and Levees and Shore Protection"

<sup>12</sup> Comité Français des Barrages et Réservoirs

<sup>13</sup> United States Society on Dams

<sup>14</sup> Comité national des Pays-Bas des Grands Barrages

<sup>15</sup> <https://lfd-eurcold.irstea.fr>

<sup>16</sup> la Question 103, "Petits barrages et digues"

Créé officiellement lors de la réunion annuelle 2017 de la CIGB de Prague, le Comité Technique (CT) "Levees" a tenu sa première réunion lors du congrès CIGB 2018 à Vienne (Autriche) ; il y a finalisé ses Termes de Référence, qui ont été présentés à l'Assemblée Générale de la CIGB et ont été approuvés.

Ce CT comprend 22 pays membres, représentés par un membre au sein du CT mais bénéficiant de l'appui éventuel d'un groupe miroir au sein de leur pays d'origine. On peut donc voir le CT comme un noyau central autour duquel vont graviter d'autres sous-ensembles de la communauté internationale sur les digues.

L'objectif stratégique du CT est de démontrer, sur la base de ses livrables, l'intérêt pour la CIGB d'accepter définitivement les digues dans ses objets de travail. Le CT est créé pour une durée de six ans, avec des livrables intermédiaires à trois ans.

### Les livrables du GT et du CT

Au-delà de l'aspect de partage d'informations et de construction d'une vision partagée au sein d'une communauté sur les problématiques liées aux digues, le GT européen avait défini un certain nombre de travaux à entreprendre. Au cours de ses trois ans d'existence, le GT a travaillé principalement sur deux rapports.

Un rapport sur la situation des digues dans dix pays européens et aux USA a été finalisé [4]. Il comprend une description synthétique pour chacun des pays de cette situation en termes de :

- patrimoine d'ouvrages,
- enjeux protégés et niveau de risque,
- événements importants récents,
- réglementation et gouvernance,
- règles techniques en usage,
- pratiques de gestion,
- besoins en termes de connaissances et de données,
- bibliographie.

Le rapport comprend également une comparaison et une synthèse. Ce rapport a, entre autres, servi de source à la préparation du rapport général de la Question 103.

Un deuxième rapport, sur la comparaison entre digues et barrages est en préparation. L'objectif du rapport est de discuter et d'analyser les similitudes et les différences entre les digues, les petits barrages et les grands barrages, en traitant des questions techniques ainsi que de la gestion et de la gouvernance des ouvrages. Les sciences fondamentales utilisées par les praticiens dans les domaines des digues et des barrages sont souvent les mêmes (géotechnique, génie civil, hydrologie, hydraulique, géologie, géomorphologie, etc.) mais le contexte environnemental, la taille, la fonction, la conception, la construction et la gestion (hydraulique et organisationnelle) de chaque structure peuvent différer. Le rapport présentera une analyse de haut niveau résumant les similitudes et les différences, mais ne traitera pas des détails

des points de comparaison eux-mêmes. Le public cible de ce rapport est l'ensemble des professionnels des barrages ou des digues. Ce rapport est conçu comme un produit clé du groupe de travail durant son mandat actuel. Il comprendra les chapitres suivants :

- caractéristiques générales, fonctions et formes des barrages et digues
- barrages et digues dans la gestion des risques d'inondation
- gouvernance
- conception
- construction
- gestion, exploitation et opération
- inspection, surveillance, évaluations et maintenance
- gestion d'urgence
- conclusions et recommandations

À l'heure actuelle, le rapport en est à l'état de plan détaillé avec indication du contenu des différents chapitres ; on pourrait parler de rapport de cadrage.

Bien qu'un grand nombre d'informations techniques et de recommandations de la CIGB concernant les barrages puissent être utilisées pour la conception et le diagnostic des digues, ce n'est pas le cas général sans adaptation, et les bulletins existants de la CIGB ne mentionnent pas explicitement l'application (ou non) aux levées. Une des tâches du CT dans ce rapport sera d'analyser ce qui est directement applicable aux digues, ce qui peut l'être avec adaptation, ou ce qui restera spécifique aux barrages.

Les deux rapports ci-dessus ont été, à l'occasion du congrès de Vienne, transférés du GT au CT, pour en poursuivre les développements. Cela a été acté formellement au cours des réunions de chacun des groupes. Le rapport sur la situation des digues va être finalisé et diffusé en l'état fin 2018 sous la responsabilité conjointe du GT européen et du "Levee Committee" des USA. Une nouvelle version doit voir le jour d'ici 2020 avec de nouveaux chapitres nationaux, et une synthèse et une conclusion actualisées, sous la responsabilité du CT international. Le rapport sur la comparaison barrages-digues doit, lui, être avancé sous la forme d'un première version de travail d'ici 2020. L'ensemble des informations et conclusions de ces deux rapports doit servir de base à un document de position sur la question des digues, destiné à être publié par la CIGB.

Un atelier sur les digues a été co-animé par le CT et le GT européen lors du congrès de Vienne, il a été l'occasion d'échanger et de rassembler des idées sur le contenu des deux rapports et sur les méthodes de travail. Une deuxième partie de cet atelier a été l'occasion d'échanger sous la forme de courtes présentations sur :

- les digues et petits barrages historiques en Iran,
- les digues en Nouvelle-Zélande : des besoins variables,
- l'analyse de défaillances de digues en République Tchèque,



- des brèches récentes sur des digues fluviales au Japon,
- une technologie innovante de surveillance thermique des processus d'infiltration et d'érosion dans les digues en Pologne,
- un projet d'aménagement hydraulique comprenant un barrage et des digues en Slovénie
- un exercice international (USA, Pays Bas et Angleterre) de comparaison par application de méthodes nationales d'évaluation des risques d'inondation (figure 3).



FIGURE 3 : UN GROUPE D'EXPERTS DE TROIS PAYS PARTICIPANT A UN EXERCICE DE COMPARAISON DE METHODES D'EVALUATION DU RISQUE A SAINT LOUIS (USA) (PHOTO HOITE DETMAR)

On peut prendre comme exemple de partage d'expérience enrichissant (parmi de nombreux autres) le cas des digues japonaises rompues par liquéfaction suite à un séisme (figure 4), événement beaucoup plus rare en Europe bien que toujours possible [13].



FIGURE 4 : RUPTURE DE DIGUE DE LA RIVIERE NARUSE PAR LIQUEFACTION SUITE A UN SEISME (2011) AU JAPON (PHOTO MLIT, MINISTRY OF LAND, INFRASTRUCTURE, TRANSPORT AND TOURISM, JAPAN)

Le CT international, associé au GT européen et aux groupes miroir nationaux, prolonge la collaboration initiée pendant l'ILH et élargit le nombre de pays associés via le réseau de la CIGB. Celle-ci comprenant dans ses membres tous les types d'acteurs (administrations, chercheurs, gestionnaires, ingénieurs), on peut considérer que l'objectif de trouver une structure pérenne pour la "CoP digues" est en bonne voie d'être atteint.

Une autre perspective de travaux pour le CT, à explorer plus en détail en termes d'attendus, est la question des systèmes complexes associant barrages et digues. Ces systèmes peuvent remplir différentes fonctions seules ou associées entre elles : protection contre les crues, hydroélectricité, navigation, irrigation,...

### La Question 103 du Congrès CIGB 2018

Le congrès CIGB de Vienne en 2018 a comporté, pour la première fois dans son histoire, une Question<sup>17</sup> sur les digues et les petits barrages, ce qui a concrétisé la reconnaissance de l'intégration des questions relatives à ces ouvrages au sein de cette communauté des grands barrages. Les petits barrages, comme les digues ne font (ne faisaient...) pas partie des objets d'étude de la CIGB, mais font partie de la même grande famille des ouvrages hydrauliques, chaque membre avec ses similarités et ses différences. Des petits barrages avaient néanmoins fait antérieurement l'objet de travaux spécifiques ou de communications à la CIGB, à la différence des digues.

47 rapports ont été reçus pour cette question, provenant de 26 pays différents. Les principaux pays contributeurs sont la France, les USA et les Pays-Bas, avec chacun 4 rapports ou plus. À noter que les 25 pays contributeurs représentent tous les continents (14 pays d'Europe, 6 d'Asie-Pacifique, 3 d'Amérique et 3 d'Afrique). 20 rapports concernent les petits barrages, 20 rapports concernent les digues, 3 rapports portent sur des digues de canaux ou des bassins et 4 rapports portent sur des techniques applicables aux petits barrages et aux digues. Notons que les rapports concernant les digues ont principalement pour origine les pays européens et les USA, ce qui correspond au noyau historique du nouveau CT, mais la question étant nouvelle au sein de la CIGB on ne peut que penser que le nombre de pays contributeurs sur ce sujet va croître à l'avenir, comme le montre la liste des pays membres du CT. L'ensemble des rapports est disponible à travers la CIGB<sup>18</sup> ou l'éditeur CRC Press<sup>19</sup>.

<sup>17</sup> La CIGB organise périodiquement (normalement tous les trois ans) des réunions publiques, désignées sous le nom de "Congrès", en vue de la préparation de rapports ou comptes rendus et de la discussion générale de "Questions" entrant dans le cadre de ses activités. Les Questions font l'objet d'envoi de communications, dénommées "rapports", par les comités nationaux et d'un rapport général basé entre autres sur ceux-ci.

<sup>18</sup> <http://www.icold-cigb.org/>

<sup>19</sup> <https://www.crcpress.com>

Le rapport général [11] s'est basé sur ces rapports, mais aussi sur l'ILH et le rapport du GT européen sur la situation des digues. Il présente, en ce qui concerne les digues, un état des lieux sur le patrimoine de digues, l'état de connaissance associé et le risque inondation correspondant dans les pays pour lesquels l'information était disponible, des informations sur la réglementation et la gouvernance, des considérations sur l'ingénierie (modes de rupture et de défaillance, conception, techniques...) des digues et petits barrages. C'est le premier document de la CIGB qui traite de ces ouvrages et sert en quelque sorte d'introductions aux travaux futurs.

Lors du congrès lui-même se sont tenues 5 sessions successives autour de la question 103 : une session plénière avec introductions par le chairman (figure 5) et vice-chairman et présentation du rapport général, puis quatre sessions à thème avec chacune une dizaine de présentations orales et une demi-heure de discussions. Les discussions ont été particulièrement actives et fructueuses, démontrant l'intérêt de l'audience et pas seulement des orateurs.



FIGURE 5: OUVERTURE AU CONGRÈS DE VIENNE DES SESSIONS DE LA QUESTION 103, PAR SON CHAIRMAN, M. ADAMA NOMBRE (PHOTO : ELENA SOSSENKINA)

La Question 103 a permis d'affirmer au sein de la CIGB l'importance de ces "petits" ouvrages (digues et petits barrages), équivalente en ordre de grandeur à celle des grands barrages, que ce soit en termes :

- d'impact sur les systèmes hydrographiques,
- de ressources en eau,
- de risques en cas de rupture ou de défaillance (les conséquences sont généralement plus faibles, mais la probabilité est plus élevée et le nombre d'ouvrages beaucoup plus élevé, avec une sécurité intrinsèque moindre),
- de marché pour l'ingénierie, la construction et l'équipement.

La démonstration est également faite que tous les pays doivent poursuivre leurs efforts sur :

- l'inventaire des ouvrages et la connaissance de leurs fonctions (zone et enjeux protégés pour les digues) et de leur structure organisationnelle,
- l'organisation et la réglementation pour bien gérer et contrôler les ouvrages,
- les règles de l'art techniques applicables.

En lien avec cette analyse des actions, la question du financement des digues de protection contre les inondations (construction, entretien, contrôle) est également apparue

comme cruciale ; s'agissant d'ouvrages qui ne "produisent" rien directement (ils évitent des dommages...) les investissements sont moins évidents à mobiliser que pour un barrage hydroélectrique par exemple, et les coûts de fonctionnement sur le long terme probablement encore moins.

## Conclusion et perspectives

Une communauté internationale autour des digues et ouvrages de protection contre les inondations se met progressivement en place. Après avoir débuté autour des pays ayant participé à la rédaction de l'ILH, elle s'est étendue à l'ensemble Europe + USA, pour aujourd'hui toucher la centaine de pays membres de la CIGB.

Les prochaines années s'annoncent enthousiasmantes avec l'arrivée de pays de l'ensemble des continents, en particulier les "nouveaux" membres du CT Digues de la CIGB : Argentine, Canada, République de Corée, Chine, Égypte, Iran, Japon, Mozambique, Nouvelle Zélande, Norvège, Russie. Les échanges de connaissances avec ces pays, pour la plupart pas ou mal connus par le noyau historique de la communauté, vont très certainement être bénéfiques à toutes les parties et faire progresser les analyses communes sur les principes, comme on l'a vu déjà à une moindre échelle géographique pendant les travaux sur l'ILH.

Les connaissances sur les ouvrages hydrauliques s'enrichissent souvent sur la base de retours d'expérience d'événements accidentels voire catastrophiques, en analysant les causes et les solutions trouvées. Elargir la base de ces événements, comme celle des règles de l'art techniques et des réglementations et organisations mises en place, permettra à chaque pays participant, sans viser une utopie et non souhaitable uniformisation, de progresser dans ses propres pratiques.

La communauté digues a trouvé avec la CIGB une structure d'accueil pérenne, il reste à pérenniser cet accueil. Les perspectives pour cela sont très favorables, il faudra que le CT transforme l'essai à l'aide des livrables qu'il doit produire d'ici 2021 puis 2024. Au-delà de ses propres livrables, le CT envisage de créer des liens avec les autres CT de la CIGB qui travaillent sur des questions plus "pointues" et pour le moment spécifiques liées aux barrages. Ces liens pourront être identifiés grâce à l'analyse comparative barrages-digues qui va être entreprise. Il a d'ores et déjà été identifié de fortes connexions avec les CT : barrages en remblai, sûreté des barrages, évaluation des crues et sûreté des barrages (exemples non exhaustifs). Ces liens pourront déboucher sur l'intégration des digues dans les travaux des autres CT qui se concrétisent sous la forme de bulletins<sup>20</sup>, qui pourront alors concerner barrages ET digues, comme certaines des

<sup>20</sup> <http://www.icold-cigb.org/GB/publications/bulletins.asp>

recommandations éditées par le CFBR<sup>21</sup>. À terme, la logique de l'intégration définitive des digues dans la CIGB doit conduire à la création de futurs comités techniques "mixtes" traitant des barrages et des digues et de comités techniques dédiés à des questions plus "pointues" spécifiques aux digues, comme le CFBR le fait d'ores et déjà avec son GT "confortement de digues".

Enfin, "cerise sur le gâteau", n'oublions pas que ces échanges donnent l'occasion de créer des liens personnels puissants et durables avec des collègues d'autres pays qui partagent la même passion pour un métier commun. Mais n'oublions pas que le travail reste à faire pour une "communauté de communautés" FRM-CoP pérenne !

## Remerciements

Les auteurs remercient ceux qui ont œuvré d'une manière ou d'une autre à la mise en place de cette communauté et qui continuent à le faire :

- les partenaires organisateurs des conférences FLOODrisk et avec qui le concept FRM-CoP a été développé (personnels de Deltares, HR Wallingford, Irstea et SAMUI),
- les partenaires de l'ILH, trop nombreux pour être cités ici (liste des crédits pages iv à viii de [1]),
- les comités nationaux de la CIGB, membres du Club européen, qui ont permis la création du GT, entre autres la NETHCOLD et le CFBR,
- le bureau de la CIGB sous la présidence du Professeur Anton Schleiss qui a permis l'inscription de la question 103 au programme du Congrès de Vienne et la création du CT "Levees", ainsi que les comités nationaux qui ont soutenu ces initiatives,
- tous les membres passionnés, locaux et nationaux, de la communauté des digues qui sont reliés indirectement à la communauté internationale. Ils sont à la fois des sources d'expérience et ceux pour qui nous ne devons pas oublier que nous travaillons.

Enfin, Rémy Tourment remercie à titre personnel Robert Slomp du Rijkswaterstaat (Pays Bas), qui, sans être en première ligne dans les différentes initiatives citées dans cet article, a souvent eu un rôle moteur décisif et a le sens du partage pour le progrès collectif.

## Références

- [1] Ciria, MEDDE (Ministère de l'Ecologie du Développement durable et de l'Énergie), USACE (US Army Corps of Engineers). (2013). The International Levee Handbook. CIRIA, London (ISBN: 978-0-86017-734-0).
- [2] DEN HEIJER, F and F.L.M. DIERMANSE, 2012. Towards risk-based assessment of flood defences in the Netherlands: an operational framework, proceedings of the FloodRisk2012 conference in Rotterdam, November 2012
- [3] Escarameia, M., Stone, K., Van, M. Zevenbergen, C., Morris, M., 2013. Technologies for Flood Protection of the Built Environment - Guidance based on findings from the EU-funded project FloodProBE – FloodProBE project report Number WP05-01-13-03, 122 pages
- [4] EUCOLD Working Group on Levees and Flood Defences, USSD Levees Committee – 2018- European and US levees and flood defenses - Characteristics, Risks and Governance
- [5] Irstea, (2017), Recueil et historique des principaux textes réglementaires relatifs aux digues de protection contre les inondations - Version actualisée de juin 2017. Irstea, 2017, 8 pages.
- [6] Samuels, P.G., Morris, M.W., Sayers, P., Creutin, J-D., Kortenhaus, A., Klijn, F., Mosselman, E., Van Os, A., Schanze, J. – 2008. Advances in flood risk management from the FLOODsite project. In: Flood Risk Management: Research and Practice – Samuels et al. (eds) 2009 Taylors & Francis Group, London, ISBN 978-0-415-48507-4. p. 433-443
- [7] Simm, J., van Ree, D., Tourment, R., Morris, M. – March 31, 2014 - International Communities of Practice (CoP) for levees and flood risk management – Internal report, 12 p.
- [8] Slomp, R. Le cadre législatif et organisationnel de la gestion du risque d'inondation aux Pays-Bas. Audition au Sénat, Paris 29 mai 2012, Rijkswaterstaat. La Haye.
- [9] Tourment R., Beullac B., de Leeuw A. et al., "The risk analysis of levee systems: a comparison of international best practices", 3rd European Conference on Flood Risk Management, Flood Risk, Lyon, 17 October 2016, DOI: 10.1051/e3sconf/20160703009, 2016.
- [10] Tourment, R., Bottema, M., Van, M., Sharp, M.K., Simm, J. - 2017. Levees and flood defences: an international community and recent advances. 85th annual meeting of International Commission on Large Dams 03/07/2017-07/07/2017, Prague, CZE. 85th annual meeting of International Commission on Large Dams, Prague, Czech Republic, 3-7 July 2017 ; Knowledge Based Dam Engineering Symposium. 11 p.
- [11] Tourment, R. - 2018. Rapport Général de la Question 103 "Petits barrages et digues". Vingt Sixième Congrès de la Commission Internationale des grands barrages 01/07/2018-07/07/2018, Vienne, AUT. Vingt-Sixième Congrès International des Grands Barrages. p. 160-208
- [12] Wenger, E, McDermott, R & Snider, W 2002, Cultivating communities of practice: a guide to managing knowledge, Harvard Business School Publishing, Boston.
- [13] Bambara, G., Benahmed, N., Mériaux, P., Bellier, O. - 2013. Première caractérisation du risque de liquéfaction sous sollicitation sismique d'ouvrages hydrauliques en remblai existants ou projetés en basse vallée du Rhône. 2ème colloque national - Dignes 2013 - Dignes maritimes et fluviales de protection contre les submersions 14/06/2013-16/06/2013, Aix-en-Provence, FRA. Dignes maritimes et fluviales de protection contre les submersions - 2ème colloque national - Dignes2013. Coord. : Paul Royet ; Stéphane Bonelli ; p. 324-331

<sup>21</sup> <http://www.barrages-cfbr.eu/Recommandations.html>