



**HAL**  
open science

## Recueil de projets d'expertise internationale à INRAE. Tome 1

José Martinez, Almerinda Pinto, Philippe Bontems, Jean-Paul Douzals,  
Allison Loconto, Catherine Macombe, André Evette, Patrick Chèvre, Sylvie  
Morardet, Guillaume Thirel, et al.

### ► To cite this version:

José Martinez, Almerinda Pinto, Philippe Bontems, Jean-Paul Douzals, Allison Loconto, et al.. Recueil de projets d'expertise internationale à INRAE. Tome 1. INRAE. 2021. hal-04037409

**HAL Id: hal-04037409**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04037409v1>**

Submitted on 20 Mar 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Copyright



Appui aux politiques publiques



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**INRAE**



## Recueil de projets d'expertise internationale à INRAE

Juillet 2021





© INRAE

Juillet 2021

En septembre 2018 et juillet 2019, une trentaine d'experts INRAE partageaient leurs travaux de terrain lors de séminaires consacrés à l'expertise-projet internationale. L'ensemble de ces projets est présenté dans cette brochure.

Dossier préparé par Almerinda Pinto et José Martinez de la Direction de l'Appui aux Politiques Publiques (DAPP).

Photo de couverture : © voran - stock.adobe.com

## Recueil de projets d'expertise internationale à INRAE

Ce document illustre une trentaine de projets d'expertise internationale portés par les scientifiques et experts d'INRAE.

L'information qui a permis cette réalisation a été collectée par la Direction de l'appui aux politiques publiques, l'une des deux directions constitutives de la Direction générale déléguée à l'expertise et à l'appui aux politiques publiques (DGD EAPP). Elle est ainsi le fruit (i) d'un travail d'enquête sur les différents types d'expertise (enquête effectuée en 2019), (ii) de la remontée d'informations des collectifs de scientifiques-experts en réponse à cette enquête, et (iii) d'une présentation de ces projets au cours de deux séminaires consécutifs (septembre 2018 et juillet 2019).

L'ensemble des présentations contenues dans ce recueil a été relu et validé par les auteurs-experts de ces projets. Il s'agit principalement de présentations courtes et illustrées qui « donnent à voir » ce que représente ce type d'activité et son articulation avec l'activité

scientifique et de recherche. Le lecteur intéressé trouvera les références et rapports complets sur le sujet qu'il pourra consulter par ailleurs.

On découvre à travers ce recueil un grand nombre de terrains d'action et d'implication de plus de 25 pays répartis entre l'Europe, l'Afrique, l'Amérique Latine et l'Amérique du Nord, l'Asie et un grand nombre de commanditaires et partenaires de ces activités allant de la Banque mondiale, la FAO, l'ONU (UNDAC-OCHO), le PNUD, l'AFD, le FFEM, la Commission européenne, ainsi que de nombreux consultants privés nationaux et internationaux. On y découvre une activité d'expertise de haut niveau et parfaitement en phase avec l'excellence scientifique et la reconnaissance académique des équipes de l'établissement qui ont répondu à ces sollicitations d'expertise. Les thèmes abordés par ces illustrations et projets sont également très divers : les risques (conception et sécurité des ouvrages), les systèmes alimentaires

durables, les chaînes de valeur, le génie végétal et l'aménagement de berges, la qualité des milieux aquatiques, l'évolution des populations de poissons, les politiques d'irrigation et la gouvernance de l'eau, les agroéquipements, l'imagerie satellitaire et l'hydrologie spatiale, ou encore l'assainissement (procédés et planification participative).

Ce recueil constitue ainsi un premier « tome » en témoignage de cette activité, mais sera amené à être actualisé au fil du temps et du déroulé des projets en cours.

Nous vous en souhaitons une bonne lecture.

### José Martinez

Directeur de recherche  
Responsable du développement de l'expertise internationale à la DAPP

# Tables des matières

<b>Agriculture et sciences agronomiques</b> .....	<b>7</b>
Évaluation de la valorisation des terres agricoles.....	7
<i>BONTEMS Philippe</i>	
Projet ANTAM : Asian and Pacific Network for Testing of Agricultural Machinery.....	8
<i>DOUZALS Jean-Paul</i>	
Normes ISO et EN.....	8
<i>DOUZALS Jean-Paul</i>	
<b>Agriculture et alimentation</b> .....	<b>9</b>
Exploration des systèmes alimentaires durables : réflexions sur la recherche et l'expertise participatives aux Nations Unies .....	9
<i>LOCONTO Allison</i>	
Support méthodologique pour l'analyse et le développement de chaînes de valeur inclusives et durables.....	10
<i>MACOMBE Catherine</i>	
Formation BTSF : appareils phytosanitaires .....	11
<i>DOUZALS Jean-Paul</i>	
<b>Biodiversité et génie végétal</b> .....	<b>12</b>
Les techniques de bâchage pour le contrôle de la renouée.....	12
<i>ÉVETTE André</i>	
Restauration des berges, génie civil et végétal, espèces envahissantes .....	12
<i>ÉVETTE André</i>	
FrancexQuébec : développement et optimisation de techniques de protection des berges .....	13
<i>ÉVETTE André</i>	
<b>Changement climatique</b> .....	<b>14</b>
L'esturgeon : restauration et culture dans le contexte du réchauffement climatique.....	14
<i>CHÈVRE Patrick</i>	
PACTE : Programme d'Adaptation au changement climatique des Territoires ruraux de Tunisie .....	15
<i>MORARDET Sylvie</i>	
Modélisation hydroclimatique haute résolution dans trois bassins versants d'Israël, Jordanie et Palestine.....	16
<i>THIREL Guillaume</i>	
<b>Gestion de l'eau</b> .....	<b>17</b>
COSTEA (COmité Scientifique et Technique de l'Eau Agricole).....	17
<i>BOUARFA Sami</i>	
Mise en œuvre de la Directive-cadre sur l'eau : mission au Québec.....	18
<i>CHAUVIN Christian</i>	
China-Europe Water Platform (CEWP) : bassin de la Nanxi, Chine .....	18
<i>CHAUVIN Christian</i>	
WaSaf (Water Sources in Africa) : surveillance et gestion durable des ressources en eau de surface en Afrique .....	19
<i>HUMBERT Jean-François</i>	

Groupe de travail SWOT sur l'hydrologie spatiale au Congo.....	20
<i>MALATERRE Pierre-Olivier</i>	
Projet GEMI : Gouvernance de l'eau dans le MBAM et INOUBOU.....	21
<i>WITTNER Christophe</i>	
<b>Hydrologie</b> .....	<b>23</b>
Cartographie des régimes hydrologiques dans le bassin du Mékong : bénéfice scientifique d'une action de formation .....	23
<i>LEBLOIS Étienne</i>	
Expertise du Laboratoire d'hydraulique et de normalisation à Rabat, Maroc .....	24
<i>MOLLE Bruno</i>	
Expertise : bassin versant du fleuve Hai He.....	25
<i>TOURNEBIZE Julien</i>	
<b>Ouvrages hydrologiques / risques</b> .....	<b>26</b>
Barrage de Lom-Pangar (Cameroun).....	26
<i>BONELLI Stéphane</i>	
Érodabilité des sols par essais HET et JET.....	26
<i>BONELLI Stéphane</i>	
Géorgie : impact d'un barrage hydroélectrique sur les populations de poissons .....	27
<i>CAPRA Hervé</i>	
Colombie : barrage d'ltuango en péril : .....	28
<i>CARVAJAL Claudio</i>	
Conception d'un ouvrage de protection contre les risques torrentiels sur le Cheekye.....	28
<i>PITON Guillaume</i>	
Barrage de Melah, Tunisie : évaluation des risques.....	29
<i>ROYET Paul</i>	
<b>Ouvrages / assainissement</b> .....	<b>30</b>
Lausanne : installation de traitement des micropolluants.....	30
<i>CHOUBERT Jean-Marc</i>	
Projet PLANISSIM, Sénégal .....	30
<i>LOMBARD-LATUNE Rémi</i>	
Assainissement dans les pays du Sud : missions d'expertise internationale au Liban et au Maroc .....	31
<i>MOLLE Pascal</i>	
<b>Risques / changement climatique</b> .....	<b>32</b>
Mission d'urgence inondations au Pérou du 23 mars au 14 avril 2017 .....	32
<i>RAMOS Maria Helena</i>	
Convention de partenariat « Méthodologie de caractérisation de l'adaptation au changement climatique » .....	33
<i>RICHARD Didier</i>	
Projet Odra-Vistula : gestion des inondations en Pologne .....	33
<i>TOURMENT Rémy</i>	
Risques posés par les transitions dans les ouvrages de protection contre les inondations.....	34
<i>TOURMENT Rémy</i>	
<b>Index géographique et index des experts/unités</b> .....	<b>36</b>
<b>Index des abréviations, sigles et acronymes</b> .....	<b>38</b>



## DANS CE CHAPITRE

**PAGE 7** Évaluation de la valorisation des terres agricoles, BONTEMS Philippe

**PAGE 8** Projet ANTAM : Asian and Pacific Network for Testing of Agricultural Machinery, DOUZALS Jean-Paul

**PAGE 8** Normes ISO et EN, DOUZALS Jean-Paul

## ➤ Évaluation de la valorisation des terres agricoles Improving the estimates of agricultural land wealth

**BONTEMS Philippe**  
TSE-R, Toulouse

 **Europe et International**  
2015

### Réf.

Bontems Philippe et Ay Jean-Sauveur et Chakir Raja et Latruiffe Laure, 2015. « Improving the estimates of agricultural land valuation : report to the World Bank », Working Papers hal-01462707, HAL

La Banque mondiale fournit une évaluation des performances économiques d'un pays sur la base du produit intérieur brut (PIB) et de la richesse, cette dernière comprenant le capital manufacturé, le capital naturel, le capital humain et social. En ce qui concerne la valorisation des terres agricoles, l'approche de base consiste à utiliser les informations provenant des ventes de terres. Cela a été largement utilisé aux États-Unis en particulier. Cette approche sera laissée de côté, car les marchés fonciers et les données fiables sur les prix des terres font défaut dans de nombreux pays du monde. L'approche que nous

proposons pourrait être comparée à une approche basée sur les prix des terrains dans certaines études de cas où de telles données sont disponibles.

L'objet de l'évaluation foncière est ambigu en raison de la distinction nécessaire entre valeurs privées et valeurs sociales. Il est reconnu que les ressources foncières produisent certaines valeurs sociales qui ne relèvent ni de la comptabilité nationale ni de la méthodologie décrite dans le mandat. Il n'apparaît pas clairement si elles doivent être incluses dans les estimations de la richesse foncière. L'estimation des valeurs sociales étant difficile, nous nous concentrons sur les

valeurs privées tout en offrant des perspectives ponctuelles sur l'intégration des valeurs sociales.

En particulier, nous étudions comment mieux estimer les taux de croissance des rendements fonciers et comment inclure l'incertitude. Nous examinons également comment revoir les tarifs de location, paramètres utilisés dans la valeur actuelle nette des terres. Enfin, nous suggérons des moyens d'inclure les effets du changement climatique et de la dégradation des terres.

Recommandations de Philippe Bontems : À court terme, modifier la méthodologie de la Banque mondiale en incluant nos suggestions concernant les tarifs de location. Effectuer également une analyse de sensibilité concernant les prix. À moyen terme, les spécifications concernant les taux de croissance des futurs rendements fonciers pourraient être modifiées après avoir effectué certaines analyses économiques. Au même horizon, on peut imaginer l'inclusion de l'incertitude et de l'horizon temporel infini dans toutes les composantes de la richesse dans la méthodologie générale de la Banque mondiale.

À plus long terme, de nouvelles recherches et réflexions sont nécessaires concernant l'inclusion des impacts de la dégradation des terres ainsi que du changement climatique.

 Banque mondiale



## ➤ **Projet ANTAM :** Asian and Pacific Network for Testing of Agricultural Machinery

**DOUZALS Jean-Paul**  
ITAP, Montpellier

 **Thaïlande**  
2015-2018

La diffusion de la mécanisation agricole, surtout dans les pays moins développés, fait intervenir divers sous-secteurs (accès des fermiers au capital, infrastructures de développement, capacités de production, règles d'importation).

Pour traiter cet ensemble complexe de questions imbriquées, les pouvoirs publics jouent un rôle crucial dans la mise en œuvre rapide et économique de réglementations aidant les intervenants à surmonter les obstacles au projet de diffusion de l'agriculture mécanisée. Pour la zone Asie-Pacifique, ce projet relève du CSAM-ESCAP, le CSAM, basé à Pékin, étant l'agence régionale pour l'agriculture mécanisée durable de la plateforme ESCAP de l'ONU.

La France est un des 62 membres de droit pour la zone Asie Pacifique et fait partie des 26 pays signataires du projet ANTAM.

L'homologation d'engins agricoles est indiscutablement l'une des

interventions publiques contribuant au projet du CSAM-ESCAP, sous la responsabilité du réseau ANTAM des stations nationales d'essai.

C'est dans ce contexte que, suite à la demande de l'ambassade de France à Bangkok transmise au MAA, Jean-Paul Douzals a été proposé comme expert pour :

- représenter la France au comité (national contact point) avec participation à la réunion annuelle ;
- contribuer à la rédaction d'un protocole de test pour les appareils à dos motorisés avec des mises à jour périodiques (standardisation, normes) ;
- contribuer aux activités de formation sur la mise en œuvre du protocole de test en 2016 (1 semaine), en Malaisie et en 2017 (2 semaines), station de Nanjing, Chine.

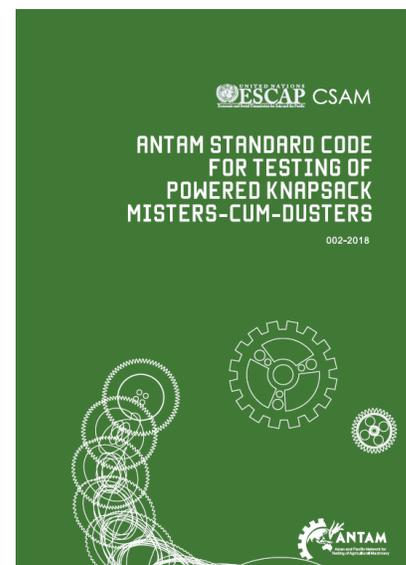
Dans le but d'aboutir à l'harmonisation des standards d'essais, en vue de la promotion d'un usage sécurisé, efficace et écologiquement sûr des

**Réf.**  
ANTAM Standard Code For Testing of Powered Knapsack Misters-Cum-Dusters, 2018

engins agricoles en appui aux ODD des « ANTAM Standard Codes » ont été rédigés.

Les premières éditions préliminaires ont déjà été revues depuis 2015.

 **ONU - CSAM - ESCAP**



©ANTAM

## ➤ **Normes ISO et EN**

**DOUZALS Jean-Paul**  
ITAP, Montpellier

 **Europe et International**  
2015-2020

Jean-Paul Douzals contribue à l'élaboration de diverses normes ISO (international) et EN (Europe), avec, au cours des 5 dernières années, 20 normes publiées au sein du groupe ISO TC 23SC6 dans le domaine de la pulvérisation.

Il participe également à 6 groupes de travail prénormatif d'élaboration et de validation de méthodes.

 **International Organization for Standardization, CENELEC / ETSI**

**Réf.**  
Norme ISO/TC 23/SC 6 - Equipment for crop protection



© Qualitiso

## DANS CE CHAPITRE

- PAGE 9** Exploration des systèmes alimentaires durable : réflexions sur la recherche et l'expertise participatives aux Nations Unies, LOCONTO Allison
- PAGE 10** Support méthodologique pour l'analyse et le développement de chaînes de valeur inclusives et durables, MACOMBE Catherine
- PAGE 11** Formation BTSF : appareils phytosanitaires, DOUZALS Jean-Paul

## ➤ Exploration des systèmes alimentaires durable : réflexions sur la recherche et l'expertise participatives aux Nations Unies

**LOCONTO Allison**  
LISIS, Champs-sur-Marne



**Afrique, Amérique latine et Inde**  
2013-2019

Cette étude visait à comprendre les "innovations institutionnelles", c'est-à-dire la manière dont les institutions et les acteurs s'adaptent et modifient leurs règles en matière de systèmes alimentaires locaux. Les principales conclusions ont été que :

- les incitations à adopter des pratiques durables découlent de l'autonomie générée par les règles innovantes mises en place par les acteurs locaux pour interagir sur le marché en se basant sur la réciprocité et l'échange de connaissances ;
- pour adapter leurs pratiques et créer de nouveaux marchés, les acteurs locaux se basent sur des valeurs sociales : fiabilité, santé, souveraineté alimentaire, mobilisation de la jeunesse, emploi ;
- agriculteurs, consommateurs, coopératives, entreprises, fonctionnaires, ONGs, etc., innoveront à travers leurs efforts conjugués à revoir leurs règles. Les standards de durabilité supposent la coopération des producteurs dans l'amélioration de leurs pratiques en matière de : garantie d'accès à un marché élargi ; méthodes pour maintenir le contact et pour suivre les changements de règles...

Depuis 2016, l'activité de recherche s'est convertie en une approche de recherche-action portée sur des ateliers

chercheurs-acteurs et la co-production d'un manuel pratique pour catalyser des innovations dans les systèmes alimentaires durables. Les expériences directes des chercheurs et acteurs ont porté une analyse systématique de plus de quatre-vingts innovations opérant dans plus de vingt-cinq pays. Les freins et leviers aux innovations étaient documentés et organisés dans un texte qui couvre douze domaines fondamentaux aux systèmes alimentaires (par exemple : les intrants, les consommateurs, le financement, les garanties et la formalisation des initiatives). Ce manuel était testé au Sénégal et en Inde par des mouvements locaux, et un scénario prospectif a été développé pour guider la lecture et l'usage du manuel.

Depuis son début en 2013, ce projet a généré 4 co-publications FAO/INRAE.

Par ailleurs, le réseau « One Planet » a été officiellement lancé en octobre 2015 et compte plus de 190 partenaires dans le monde. Créé en 2012 sur la base des travaux du programme FAO-UNEP « Sustainable Food Systems », il vise la mise en œuvre du SDG 12 avec pour leaders le ministère de l'Agriculture du Costa Rica, le Département fédéral de l'agriculture de Suisse et le WWF. Ce réseau est soutenu par un groupe consultatif multilatéral de 19 partenaires autour de 4 thématiques : 1. sensibilisation, 2. cadre

### Réf.

- FAO/INRAE. 2015. Innovative Approaches to Linking Sustainable and Agroecological Production with Markets in Developing Countries
- FAO. 2017. Comment les marchés encouragent l'adoption de l'agriculture durable.
- FAO/INRAE. 2016. Innovative Markets for Sustainable Agriculture
- FAO/INRAE. 2018. Constructing markets for agroecology
- FAO/INRAE. 2020. Systèmes alimentaires durables : un manuel pour s'y retrouver. Vidéo : Interview « Innover pour une alimentation durable »

favorable, 3. connaissance/information et outils, et 4. synergies. Avec trois de ses agents, l'INRAE a géré la thématique 3 afin de comprendre et mesurer la durabilité des systèmes alimentaires à travers la création d'une base de données pour une vue globale de ces thématiques permettant aux membres de connaître les outils existants.

Deux conférences internationales se sont déjà tenues sur ce sujet.



Des manuels ont également été rédigés à partir des sujets que les participants souhaitaient travailler et/ou sur lesquels ils attendaient des conseils de la part de différents experts (par exemple, le « Collaborative Framework for Food Systems Transformation » porté par l'ONU Environnement et l'initiative sur la réduction de l'usage des plastiques dans les filières alimentaires porté par le WWF).

Entre autres productions, plusieurs livrets (PGSS) et des vidéos Bhoomi

Ka « India for Eco Food » portant sur 4 défis, qui ont suscité une foule d'idées et divers outils.

La prochaine « Global Conference sustainable food systems » prévue en novembre 2020, organisée par le gouvernement de Thaïlande, aboutira à un glossaire et amènera des réflexions sur l'équilibre recherche et expertise : difficultés, diffusion, co-construction de la connaissance...

Le travail avec des organisations internationales telles que la FAO est

une expérience unique qui permet aux chercheurs d'élaborer des programmes et des politiques, mais aussi de se forger un réseau et de communiquer avec les citoyens. Certains aspects doivent être gardés à l'esprit : les tâches administratives, les difficultés à satisfaire les attentes des managers ou à travailler de manière indépendante. En outre, la faible rémunération peut en freiner les progrès.

 [FAO : #AGP / ESN / SLM](#)

## ➤ Support méthodologique pour l'analyse et le développement de chaînes de valeur inclusives et durables

**MACOMBE Catherine**  
ITAP, Montpellier

 **Divers**  
2016

La Commission européenne dispose de délégations locales dans la plupart des pays en voie de développement. L'un des rôles de ces délégations est de juger du bien-fondé des projets de développement qui leur sont soumis par des acteurs aussi bien publics que privés. Si le projet est jugé favorablement, la Délégation va lui accorder son soutien. Une grande partie de ces projets concerne la création, la restructuration ou l'expansion de filières agricoles (vivrières ou non) et agro-alimentaires. Jusqu'à présent, les délégations suivent un protocole convenu d'évaluation des projets, mais qui comporte peu de critères et n'apporte pas un éclairage suffisant sur les projets soumis.

De ce fait, les responsables bruxellois des délégations au sein de la DG DEVCO (Direction générale développement et coopération internationale) de la Commission européenne ont décidé en 2015 de mettre en place et d'expérimenter de nouvelles méthodes d'évaluation pour les aspects économiques, environnementaux et sociaux des projets soumis.

Dans ce cadre, trois chercheurs du Cirad, une chercheuse de l'INRAE (Irstea à l'époque) et un professeur d'une université belge ont été sollicités et mandatés. C. Macombe est intervenue à ce titre en binôme avec D. Lœillet du Cirad, pour réaliser deux tâches : l'inventaire et le diagnostic des méthodes existantes pour évaluer les impacts sociaux causés par les projets dans les filières agricoles et agro-alimentaires, et la proposition de nouvelles méthodes d'évaluation sociale applicables dans les délégations.

Suite à la réalisation des diagnostics et des propositions, la DG DEVCO a mis en place dès 2016 un consortium d'experts (près de 50 du Cirad, les autres appartenant à plusieurs universités européennes) pour réaliser des études de cas sur des terrains Sud, en appliquant de nouvelles méthodes d'évaluation économique, environnementale et sociale. Depuis 2016, plus de 30 études de cas ont déjà été réalisées. Le programme a été reconduit en 2019 et se poursuivra dans les années qui viennent.

**Réf.**  
Projet : ISS-FANSSA Request BX-11

 **EU DG DEVCO, Landell Mills**



## ➤ Formation BTSF : appareils phytosanitaires (Better Training for Safe Food)

**DOUZALS Jean-Paul**  
ITAP, Montpellier

Participation à des formations financées par la Commission européenne BTSF (Better Training for Safe Food) sur le contrôle et la calibration des appareils de traitement phytosanitaires : 3 formations par an depuis 2015.

L'objectif est d'initier les participants au contrôle et au réglage des appareils de pulvérisation, mais également d'aborder les questions de protection de l'opérateur et des nouvelles technologies.



**Europe**  
2015 et 2019-2020

Le public cible correspond aux personnels de ministères de l'Agriculture de l'UE (et de quelques pays hors UE) et de personnels d'agences environnementales.

Opération reconduite en 2019-2020 avec 250 personnes formées à ce jour.

### Réf.

European Union Sanitary and phytosanitary requirements  
BTSF Academy, trainings



Comission Européenne



©Jean-Paul Douzals

## DANS CE CHAPITRE

- PAGE 12** Les techniques de bâchage pour le contrôle de la renouée, ÉVETTE André
- PAGE 12** Restauration des berges, génie civil et végétal, espèces envahissantes, ÉVETTE André
- PAGE 13** FrancexQuébec : développement et optimisation de techniques de protection des berges, ÉVETTE André

## ➤ Les techniques de bâchage pour le contrôle de la renouée

**ÉVETTE André**  
LESSEM, Grenoble

 **Luxembourg**  
2017-2021

Dans le cadre de la convention pluriannuelle avec SNCF Réseau et DuPont™, André Évette et Vincent Breton ont réalisé une étude pour tester des bâches géosynthétiques Dupont™ afin de contrôler des renouées.

Différentes expérimentations sont menées sur un site à Chalon-sur-Saône.

La mission, en partie effectuée au Luxembourg avec la visite de l'usine, leur a permis de mieux connaître les

produits DuPont™ et de faire avancer le programme d'expérimentation. Une journée thématique ferroviaire sur la journée du Japon a été organisée le 18 juin 2019 conjointement par les 3 partenaires.

SNCF Réseau finance intégralement les études menées à sa demande.

 **SNCF Réseau – DuPont™**

### Réf.

SET n°27, 2019. Les techniques de bâchage pour le contrôle de la renouée. Pages 62-67  
Vidéo : Interview André Évette, river bank restoration



©A. Pettit (SNCF Réseau)

## ➤ Restauration des berges, génie civil et végétal, espèces envahissantes

**ÉVETTE André**  
LESSEM, Grenoble

 **Canada**  
2017-2021

Cette expertise pour le compte du bureau Kerr Wood Leidal (KWL) se déroule à Calgary dans la province de l'Alberta.

Elle a débuté en 2017 et devrait s'achever en 2021. La ville de Calgary est soucieuse de la conservation, protection et restauration de ses espaces naturels. Au confluent de deux grandes rivières, les écosystèmes des berges sont largement impactés par les interactions complexes de la rencontre entre les milieux naturels et l'urbanisation. Le Riparian Action program (RAP, programme d'action riveraine) a été ainsi établi ; l'une des

actions clés prévoit d'intégrer les techniques de génie végétal à la restauration des berges.

Dans ce cadre, André Évette a été impliqué dans le projet d'évaluation des techniques de génie végétal pour la protection des berges (Bank Bioengineering Project Effectiveness Monitoring), et après analyse des résultats, les experts ont émis des recommandations, et notamment :

- améliorer la documentation sur le projet et l'enregistrement des données, à partager avec l'équipe RAP. En effet, les projets ne peuvent être supervisés dans le cadre du RMP sans

### Réf.

The Riparian Action Program : A blueprint for resilience, 2017  
Vidéo : Interview André Évette, river bank restoration

 **Kerr Wood Leidal**



© City of Calgary

une compréhension commune des objectifs, de la mise en œuvre et de l'entretien ;

- appliquer un amendement des sols sur les boutures. Il a été démontré que cette action améliorerait statistiquement la croissance (davantage de boutures rescapées).

Les retombées de cette expertise seront :

- un vaste jeu de données internationales sur le génie végétal pour la protection des berges de rivière, qui pourra être valorisé par des articles scientifiques ;

- un vaste réseau professionnel au Québec comme en Alberta avec des administrations publiques, des chercheurs et des bureaux d'études ;
- des échanges interdisciplinaires nombreux avec différents scientifiques.

## ➤ FrancexQuébec : développement et optimisation de techniques de protection des berges

**ÉVETTE André**  
LESSEM, Grenoble

 **Canada**  
2017-2019

Cette expertise a été menée pour l'Université de Laval et le ministère des Transports du Québec.

Depuis 2015, l'unité INRAE du LESSEM à Grenoble et l'Université de Laval travaillent au développement et au transfert des connaissances sur le génie végétal et la restauration des berges de cours d'eau entre la France et le Québec, dans le but de faire progresser les savoir-faire en matière d'ingénierie écologique.

Le programme soutenu par la Commission permanente de coopération franco-québécoise inclut notamment une évaluation de la biodiversité

des berges aménagées et la mise en place de chantiers pilotes, d'expérimentations, et des ateliers techniques dans les deux pays.

Le Québec est confronté à des contraintes sévères telles que les glissements liés aux argiles sensibles qui constituent un problème majeur nécessitant une surveillance. Les experts ont travaillé avec les deux institutions dans le but de développer des techniques pour la gestion de ces risques. André Evette a contribué à la rédaction et au suivi du projet de recherche, en plus de l'expertise scientifique et technique.

### Réf.

Vidéo : Collaboration France-Québec : pour un partage des connaissances sur le génie végétal 2017/2019

SET hors-série n° 57. 2019. Le génie végétal pour la protection des berges de cours d'eau au Québec : état des lieux et perspectives pour les Basses-terres du Saint-Laurent.

Vidéo : Interview André Evette, river bank restoration

 **Université de Laval / ministère des Transports du Québec**



## DANS CE CHAPITRE

**PAGE 14** L'esturgeon : restauration et culture dans le contexte du réchauffement climatique, CHÈVRE Patrick

**PAGE 15** PACTE : Programme d'Adaptation au changement climatique des Territoires ruraux de Tunisie, MORARDET Sylvie

**PAGE 16** Modélisation hydroclimatique haute résolution dans trois bassins versants d'Israël, Jordanie et Palestine, THIREL Guillaume

## ➤ L'esturgeon : restauration et culture dans le contexte du réchauffement climatique

**CHÈVRE Patrick**  
EABX, Bordeaux



Impliqué depuis plus de 30 ans dans la conservation de l'esturgeon européen, INRAE est un membre institutionnel de la World Sturgeon Conservation Society (WSCS).

Au vu de la diminution des stocks, quelques spécimens d'*A. Sturio* ont été capturés pour tenter de reproduire leur cycle de vie. La première phase expérimentale a été l'adaptation des poissons à la captivité au sein de la station de Saint-Seurin-sur-l'Isle. La reproduction artificielle et l'élevage des juvéniles ont ensuite été développés. L'équipe a également mis au point l'ovulation *in vitro* d'ovocytes d'esturgeon. Cette technique fournit une indication sur la qualité de l'ovocyte et permet la production *in vitro* de larves.

Résultat : si dans les années 1980, l'*A. Sturio* n'avait plus été vu dans son habitat naturel, aujourd'hui sa population est en cours de restauration dans l'estuaire de la Gironde. Des poissons issus des repeuplements ont été pris le long de la côte atlantique de l'Espagne à la mer du Nord. Du point de vue commercial, les producteurs de caviar d'Aquitaine sont désormais au 4<sup>e</sup> rang mondial.

INRAE ayant démontré son expérience dans la reproduction artificielle, le repeuplement et la conservation de l'esturgeon, l'institut est souvent sollicité par des éleveurs et des organismes académiques, y compris à l'international. Patrick Chèvre a participé à divers projets d'expertise, parmi lesquels :

- projets de conservation et formation : Azerbaïdjan : Total E&P Absheron à Bakou ;
- projet d'élevage alternatif (contrôle des maturations et reproductions) : France : Biofry (ferme Huso).

Ces projets ont montré que les effets du réchauffement climatique sur les stocks et l'élevage (piètre qualité de maturation, nouvelles pathologies...) sont réduits grâce à l'utilisation d'espèces plus résistantes aux températures élevées, et à des méthodes adaptées (utilisation de circuits fermés), voire la relocalisation des activités clés.

Des objectifs primordiaux ont été atteints, notamment :

- un accroissement substantiel des stocks aussi bien sauvages que commerciaux ;
- diverses pratiques et méthodes efficaces d'élevage ;
- des jeux de données ;

### Réf.

Vidéo de l'unité : Pour la conservation et la restauration de l'esturgeon européen IDEE/Irstea. 2019. Restructuration de la pisciculture d'esturgeons de Yenikend (Azerbaïdjan) : Étude de faisabilité.

 IDEE, bureau SRL Ingénierie et Groupe Total RSE

- des partenariats publics et privés ;
- des actions d'enseignement et de formation ;
- une reconnaissance scientifique.

En matière d'enseignement, deux importantes campagnes de formation à l'élevage d'esturgeons ont été menées en Azerbaïdjan et en Géorgie

En avril 2018, Patrick Chèvre, expert en biologie de la conservation/



zootechnie de l'esturgeon, a effectué une mission d'expertise en coordination avec le Groupe Total et le bureau d'étude français IDEE retenu pour l'étude financée via la politique RSE de Total. Le projet situé dans la région de Yenikend doit permettre la

création d'un centre de formation à l'élevage d'esturgeons avec une composante préservation des espèces menacées de la Caspienne.

En mars 2019, Éric Rochard a aussi effectué une mission d'évaluation environnementale sur la rivière

Rioni en Géorgie à la demande du bureau d'études international SLR. Il a été contacté à l'issue du travail mené en septembre 2017 par Hervé Capra (INRAE Lyon) pour SLR sur le fonctionnement par écluses d'un gros barrage hydroélectrique à l'amont.

## ➤ PACTE : Programme d'Adaptation au changement climatique des Territoires ruraux de Tunisie

**MORARDET Sylvie**  
G-EAU, Montpellier



**Tunisie**  
2018-2021



Cirad (AFD)

La Direction générale de l'aménagement et conservation des terres agricoles (DG ACTA) du ministère tunisien de l'Agriculture, des Ressources hydrauliques et de la Pêche (MARHP), et le Centre de coopération Internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad) ont signé le 29 mai 2018 une convention particulière de partenariat pour l'application du Programme d'Adaptation au Changement climatique des Territoires ruraux de Tunisie (PACTE).

INRAE et le Cirad agissent conjointement dans le cadre de la convention d'UMR régissant le fonctionnement de l'UMR G-EAU dont ils sont cotutelles. Dans le cadre de l'assistance technique au programme PACTE (Proposition PACTE-Plateformes), le Cirad et INRAE sont convenu que INRAE serait

impliqué dans la coordination et la mise en place des activités de planification concertée et de suivi-évaluation, et des modules de formation associés, ainsi que dans l'accompagnement de la mise en œuvre de l'ensemble des activités sur deux des zones d'intervention du PACTE.

INRAE est impliqué dans la coordination et le pilotage du projet par l'intermédiaire de Sylvie Morardet, responsable principale de la composante n° 3 « Planification concertée et suivi évaluation des impacts ». Dans ce cadre, Sylvie Morardet a effectué une mission de deux ans en Tunisie. L'équipe COOPLAGE<sup>1</sup> est également impliquée

1. COOPLAGE est une suite intégrée d'outils « Coupler des Outils Ouverts et Participatifs pour Laisser les Acteurs s'adapter pour la Gestion de l'Environnement »

dans les activités de co-conception de la séquence de planification concertée, les formations et la mise en œuvre associées, les activités de suivi-évaluation procédural, et dans l'évaluation globale du dispositif PACTE.

Le programme PACTE, centré sur cinq gouvernorats de Tunisie (Bizerte, Kairouan, Le Kef, Sidi Bouzid et Siliana), a pour ambition de renforcer l'adaptation au changement climatique des territoires ruraux.

Il est financé par l'AFD à hauteur de 51,5 M€ et par le Fonds français pour l'environnement mondial (FFEM) pour 2 M€.



## ➤ Modélisation hydroclimatique haute résolution dans trois bassins versants d'Israël, Jordanie et Palestine

### Climate change impacts on streamflow at the upper Jordan River

**THIREL Guillaume**  
HYCAR, Antony

 **Israël, Jordanie, Palestine**  
2016-2018

#### Réf.

Givati A., Thirel G., Rosenfeld D., Paz D. 2019. Climate change impacts on streamflow at the upper Jordan River based on an ensemble of regional climate models. *Journal of Hydrology: Regional Studies* (21): 92-109

Dès 2016, Guillaume Thirel a été sollicité et associé à deux projets<sup>1</sup> financés par le PNUD (Programme des Nations Unies pour le développement, UNDP en anglais) portant sur la réalisation d'une modélisation hydroclimatique dans trois bassins versants d'Israël, Jordanie et Palestine dans le contexte du changement climatique.

Les trois bureaux d'études partenaires, ACTERRA, TEC Conseil et ARIA Technologies, devaient coordonner ce projet qui associait des climatologues et des hydrogéologues israéliens, jordaniens et palestiniens. Ce projet a mené à la réalisation de projections climatiques à haute résolution (25 km et 5 km) portant sur 11 indices hydroclimatiques et utilisant les méthodes de descente d'échelle dynamique (CORDEX et modèle méso-échelle WRF).

Plusieurs visites ont été organisées. La première à l'Israeli Hydrological Service / Israeli Water Authority, en présence du représentant du bureau d'étude pilote de ce projet, a permis de rencontrer un modélisateur ainsi que la personne en charge de la prévision hydrologique. Pour ce projet à visées d'étude d'impact du changement climatique, le pack logiciel airGR d'INRAE étant déjà utilisé, il a été possible de discuter de la bonne utilisation de nos modèles hydrologiques. Ensuite la visite au bassin versant de Zarqa en Jordanie a permis d'observer une station d'épuration (STEP) et de discuter avec le personnel de leur vision sur l'impact du changement climatique sur la STEP.

Enfin, la visite suivante a porté sur un glissement de terrain survenu un mois plus tôt, puis sur la station de mesure des débits utilisée pour le projet.

Enfin, une réunion a été organisée sous l'égide du PNUD avec les représentants jordaniens (hydrogéologues et ministère de l'Eau) et palestiniens et ceux des trois bureaux d'études français. Les résultats de modélisation d'airGR sur les bassins d'Israël et surtout de Jordanie ont été présentés et très bien accueillis. Les aspects gratuité + performance + peu de données nécessaires ayant trouvé écho chez les différents partenaires, airGR a été distribué voire installé à l'issue de la réunion.

Ces travaux ont donné lieu à la mise en place d'un portail de visualisation des données en ligne (Service climatique) et ont alimenté la production de plans d'adaptation des ressources en eau des 3 pays.

En 2016, Guillaume Thirel est intervenu lors d'une formation d'une semaine organisée par ACTERRA en partenariat avec Météo France. La formation sur la modélisation hydrologique et l'utilisation d'airGR dans le

cadre du changement climatique et de ses impacts sur l'hydrologie s'adressait à une délégation de 15 experts des 3 pays concernés.

Dans ce cadre, les principaux travaux de notre équipe sur R<sup>2</sup>D<sup>2</sup>, Climaware, Explore 2070 et le workshop 2013 de l'AISH sur la robustesse des modèles hydrologiques ont été présentés.

En 2017, l'expertise de l'équipe HYDRO a été sollicitée pour participer à la mise en place d'une modélisation hydrologique robuste sur des bassins cibles, incluant l'utilisation du pack logiciel airGR, avec succès sur deux de ces bassins.

La mission a donné lieu à la publication en référence ci-dessous avec trois co-auteurs israéliens dans le « *Journal of Hydrology: Regional Studies* ».

 **ONU : PNUD**



1. <https://webgr.irstea.fr/projets/projets-acheves/pnud/>

## DANS CE CHAPITRE

- PAGE 17** COSTEA (COmité Scientifique et Technique de l'Eau Agricole), BOUARFA Sami
- PAGE 18** Mise en œuvre de la Directive-cadre sur l'eau : mission au Québec, CHAUVIN Christian
- PAGE 18** China-Europe Water Platform (CEWP) : bassin de la Nanxi, Chine, CHAUVIN Christian
- PAGE 19** WaSaf (Water Sources in Africa) : surveillance et gestion durable des ressources en eau de surface en Afrique, HUMBERT Jean-François
- PAGE 20** Groupe de travail SWOT sur l'hydrologie spatiale au Congo, MALATERRE Pierre-Olivier
- PAGE 21** Projet GEMI : Gouvernance de l'eau dans le MBAM et INOUBOU, WITTNER Christophe

## ➤ COSTEA (COmité Scientifique et Technique de l'Eau Agricole)

**BOUARFA Sami**  
G-EAU, Montpellier

 **Divers**  
2013-2023

### Réf.

Le COSTEA produit notamment des notes de synthèse, supports de séminaires, rapports d'études, publications scientifiques et vidéos.  
Publication INRAE : « Quelles agricultures irriguées demain. Répondre aux enjeux de la sécurité alimentaire et du développement durable » (5 mars 2020)  
Vidéo : Interview de Sami Bouarfa, gestion et usages de l'eau



Financé par l'AFD et animé par l'Afeid<sup>1</sup>, le COSTEA rassemble une communauté d'experts internationaux, avec pour objectif de contribuer à l'amélioration de l'efficacité des politiques et des projets d'irrigation.

Le COSTEA vise à produire des connaissances, analyser des retours d'expériences, confronter des points de vue, et questionner le renouvellement des politiques publiques d'irrigation et des aménagements hydro-agricoles. Il a donc pour finalité de participer à la construction d'un positionnement sur les modalités de l'agriculture irriguée et d'apporter ainsi un appui dans l'élaboration et la mise en œuvre des politiques et projets d'irrigation.

Il rassemble sur une base volontaire, les experts du secteur de l'irrigation en France et à l'international, en associant autant que faire se peut les maîtrises d'ouvrages des pays d'intervention de l'AFD et l'ensemble des acteurs avec lesquels elles interagissent à divers échelons de l'administration, des universités et instituts de recherche, ONG, organisations professionnelles et associations d'irrigants et acteurs des filières.

Depuis sa création en 2013 dans le cadre d'un projet financé par l'AFD

afin d'accompagner la demande croissante des États du sud de réinvestissement dans l'irrigation, l'ambition de ce programme s'est établie à la fois à travers son renouvellement pour 4 ans en 2017, mais également à travers des liens établis avec le projet « Initiative Sahel » (SILS) soutenu par la Banque mondiale.

Ainsi, après une première phase réussie de mise en place de ce comité (2013-2016) soutenue par l'AFD à

hauteur de 1,2 M€, une deuxième phase plus ambitieuse de 5 M€ a été lancée et se poursuit (2017-2023).



1. Sami Bouarfa, président du Comité technique de l'Afeid (association qui anime en France un dialogue entre acteurs de l'irrigation et intervient à l'international en appui à la coopération française, et en tant que membre de la Commission internationale de l'irrigation et du drainage)

## ➤ Mise en œuvre de la Directive-cadre sur l'eau : mission au Québec

### Partage du savoir-faire et de l'expertise française d'INRAE

**CHAUVIN Christian**  
EABX, Bordeaux

 **Canada**  
2018

 MELCC

La province canadienne du Québec : deux fois la superficie de la France, 7,5 M d'habitants, connaît une pression anthropique moyenne sur ses milieux naturels, et a des eaux superficielles globalement bien préservées, avec beaucoup de rivières sauvages et très peu fréquentées ou utilisées.

Toutefois, la pression qui se concentre sur une bande urbanisée au sud, le long des rives du Saint-Laurent, n'est pas négligeable avec des points de perturbation avérés (mines, moulins à papier, usines hydroélectriques...).

L'expertise sollicitée par le ministère québécois de l'Environnement (MELCC) concernait des questions de méthodologie : comment la France a-t-elle implémenté les prescriptions de la Directive européenne sur l'eau dans ses politiques et sa réglementation ? Comment passe-t-on d'une surveillance uniquement chimique et physico-chimique à une évaluation hydrobiologique ? Comment rend-on contraignantes les prescriptions de diminution des impacts ? Comment

intègre-t-on les opérations de restauration dans la politique d'amélioration de l'état des milieux aquatiques ?

Le Gouvernement du Québec s'est engagé dans une politique ambitieuse de surveillance et d'amélioration de la qualité des rivières et lacs impactés par des rejets, des usages ou des aménagements. L'exemple américain est pris en compte, mais l'expérience européenne est jugée très intéressante. Dans le cadre de son Forum Sciences Environnement, le ministère a souhaité qu'un expert européen francophone y présente la méthodologie et la stratégie de mise en œuvre de la DCE en France.

Ce type de mission d'expertise sur un thème précis peut s'avérer très profitable car INRAE est en position de leader sur ce sujet.

Christian Chauvin, coordonnateur en France du consortium Aquaref, a assuré une conférence sur ces sujets, puis il a animé quatre ateliers le lendemain à destination des services du ministère. La question des bio-indicateurs revenait régulièrement tout

comme l'instauration de réglementations et d'un réseau de surveillance permanente. De nombreuses autres idées ont été discutées, y compris la prescription de restauration ou mitigation obligatoire, ainsi que la mise en place d'une démarche qualité ou la formation des opérateurs. Beaucoup de questions restent à approfondir en cas de mission ultérieure.



© MELCC

## ➤ China-Europe Water Platform (CEWP) : bassin de la Nanxi, Chine

**CHAUVIN Christian**  
EABX, Bordeaux

 **Chine (RPC)**  
oct.-nov. 2017

### Réf.

Chauvin C. 2017. Compte-rendu de mission en Chine : 25 octobre-1<sup>er</sup> novembre 2017.

Plusieurs projets de coopération européenne sont en cours dans le cadre d'une plate-forme sur l'eau intitulée China-Europe Water Platform (CEWP). L'un de ces projets portés notamment par l'Université d'Évora (Portugal) a nécessité la mobilisation d'experts européens afin d'effectuer une première reconnaissance sur le bassin de la Nanxi. Christian Chauvin (INRAE Bordeaux) a été invité par les autorités

chinoises pour participer à cette mission d'expertise qui s'est poursuivie par plusieurs autres missions d'étude et d'échanges, et par la visite du Prof. Jianhua LI de l'Université de Shanghai à Bordeaux-Gazinet.

La Nanxi est une rivière qui draine un territoire relativement préservé présentant un fort enjeu paysager, touristique et culturel, qui a été classé Parc national depuis 1988, inscrit au



© Christian Chauvin

patrimoine de l'UNESCO. Elle constitue le dernier affluent important du fleuve Ou, en rive gauche de son estuaire, au niveau de Wenzhou. Elle est soumise au battement des marées dans sa partie d'aval. Un barrage important a été construit à Gaopucun, pour la distribution d'eau potable sur une région du bassin.

Ce barrage constitue désormais la limite de la zone soumise aux marées (3 à 4 m de marnage).

Un réservoir est construit dans la partie amont du bassin, retenant une grande partie du débit à l'étiage.

Un projet de second réservoir est à l'étude. Les conclusions du groupe d'experts sont attendues pour orienter la décision sur le projet de seconde retenue et sur un programme de la Nanxi.

Les principaux enjeux rencontrés sur la Nanxi concernent :

- les aspects généraux de la dégradation écologique liés à la création du barrage en aval et de la retenue en amont. Les problèmes relevés sur place et discutés portent sur l'eutrophisation (développement d'algues) et les caractéristiques morphodynamiques (diminution des débits et des vitesses, enfoncement du lit, modification des substrats) ;
- la quasi-disparition des populations d'Ayu (*Plecoglossus altivelis*). Ce poisson migrateur est emblématique de plusieurs rivières de Chine, dont la Nanxi. Les populations se sont effondrées, les données manquent sur son caractère encore effectif et viable. Ce problème constitue le principal enjeu du programme de restauration.

De façon générale, la Chine a une forte attente de collaboration scientifique et technique dans les domaines

de l'environnement, et plus spécifiquement de l'eau. De nombreuses actions sont entreprises pour préserver ou restaurer les milieux aquatiques, mais font apparaître un manque de connaissances de base, d'expérience et de méthodologie.

Bien entendu, il existe encore un fort antagonisme entre développement (utilisation de l'eau pour la production d'hydroélectricité, pour l'adduction en eau potable, pour l'irrigation) et préservation en tant que milieux aquatiques, mais la volonté des dirigeants semble effective pour considérer ces sujets environnementaux comme importants.

IWHR (China Institute of Water resources & Hydropower Research), Wetland Restoration & Ecological Services (OIEau) avec SYKE et l'université d'Évora



## ➤ WaSaf (Water Sources in Africa) : surveillance et gestion durable des ressources en eau de surface en Afrique

**HUMBERT Jean-François**  
iEES, Paris/Versailles-Grignon

 Côte d'Ivoire,  
Sénégal, Ouganda  
2016-2021

WaSaf (Monitoring and protection of surface water sources in Africa) est un projet international coordonné par l'INRAE portant sur la surveillance et la protection des systèmes aquatiques continentaux de surface utilisés pour la production d'eau potable dans trois pays africains, la Côte d'Ivoire, le Sénégal et l'Ouganda. Réunissant un consortium d'équipes de recherche africaines et françaises travaillant en sciences humaines et en sciences de l'environnement, il repose sur l'implication étroite de l'ensemble des acteurs de la filière eau, depuis les ressources naturelles jusqu'à l'eau distribuée, et bénéficie d'un financement du Fonds français pour l'environnement mondial (FFEM) pour une durée de cinq ans.

Les objectifs de ce programme, lancé le 8 février 2016 à Abidjan (Côte d'Ivoire), sont les suivants :

- mise en place d'une surveillance pérenne des écosystèmes aquatiques de surface, ce qui nécessite le choix d'outils et d'approches adaptés aux contextes locaux, la formation du personnel à l'utilisation de ces outils et la définition d'arbres décisionnels permettant d'orienter les acteurs de la surveillance dans les actions à

### Réf.

Emission sur la chaîne RFI "C'est pas du vent" à propos du programme WaSaf  
Site internet : [humbert19.wixsite.com/WaSaf](http://humbert19.wixsite.com/WaSaf) ; Page Facebook : [facebook.com/WaSaf](https://facebook.com/WaSaf)

Premiers articles publiés :

Olokotum *et al.*, 2020. A review of socioecological causes and consequences of cyanobacterial blooms in Lake Victoria. Sous presse dans Harmful Algae.

Mitroi *et al.*, 2020. Can participatory approaches strengthen the monitoring of cyanobacterial blooms in developing countries?

Results from a pilot study conducted in the Lagoon Aghien (Ivory Coast). Sous presse dans PLoS ONE.



prendre en situation de crise (par exemple lors de proliférations de cyanobactéries). Par ailleurs, une étude pilote de surveillance participative des proliférations de cyanobactéries a été menée sur la lagune Aghien (Côte d'Ivoire) ;

- évaluation : (i) de la qualité actuelle des écosystèmes ciblés dans cette étude à travers l'analyse des données existantes et l'acquisition de données complémentaires, et (ii) de leurs évolutions possibles par l'analyse des pressions qui s'exercent sur eux et leurs bassins versants, ainsi que par des expérimentations réalisées en mésocosmes dans ces écosystèmes ;
- préparation et/ou accompagnement des institutions concernées dans la mise en place d'observatoires des milieux aquatiques, notamment

dans la définition des missions et du fonctionnement de ces observatoires et dans la création de bases de données permettant de centraliser l'ensemble des données collectées ;

- analyse de la perception de l'état écologique et sanitaire des écosystèmes dans les populations riveraines et identification des usages qui sont faits de ces écosystèmes et de leurs bassins versants, les conflits générés par la multiplicité de ces usages, et leurs conséquences sur la qualité de l'eau ;
- réalisation d'une analyse comparative de l'organisation de la gouvernance de l'eau dans les trois pays ciblés par ce programme afin de comparer les forces et les faiblesses de chaque système de gouvernance et les conséquences sur la gestion des écosystèmes ;

- sensibilisation et mobilisation de tous ceux qui, par leurs activités, exercent des pressions ayant un impact sur ces écosystèmes et création de plate-formes de dialogue réunissant les usagers, les gestionnaires, les représentants institutionnels et les scientifiques pour préparer les mesures destinées à protéger les écosystèmes et/ou à les restaurer.

Ce projet d'une durée de cinq ans (2016-2021) est financé par le Fonds français pour l'environnement mondial (FFEM) et comprend des cofinancements de l'AFD et de plusieurs instituts de recherche et d'enseignement supérieur français (CNRS, INRAE, IRD, MNHN, Universités Paris VI et Paris VII) à travers l'implication de leurs personnels.



## ➤ Groupe de travail SWOT sur l'hydrologie spatiale au Congo

**MALATERRE Pierre-Olivier**  
G-EAU, Montpellier



**Congo**  
2014-2022

Le satellite SWOT (Surface Water and Ocean Topography) sera lancé en 2022 dans le cadre d'une mission franco-américaine CNES-NASA, appuyée aussi par les agences spatiales du Royaume-Uni et du Canada.

Le budget global est d'environ 1 milliard de dollars et un programme d'investissement pour l'avenir (PIA) a été accordé pour préparer les produits en aval valorisant les données satellitaires collectées. Bien en l'amont du lancement, le CNES et la NASA sont très actifs sur la définition et la préparation des utilisations futures.

Depuis 2014, INRAE (Montpellier) est membre de l'équipe scientifique internationale de ce projet, travaillant essentiellement sur la reconstitution des débits des fleuves à partir de données que fournira le satellite.

Ces travaux sont reconnus par la communauté internationale, avec de nombreuses publications.

INRAE teste actuellement son algorithme sur une cinquantaine de fleuves dans le monde.

Présenté comme révolutionnaire avec une toute nouvelle technologie, SWOT offrira une couverture quasi complète du globe hors pôles : à « méso-échelle » pour les océans, mais

### Réf.

Cote DDD: OIE/34230  
Oubanas H., Gejadze I., Malaterre P.-O., Mercier F. 2018. River discharge estimation from synthetic SWOT-type observations using variational data assimilation and the full Saint-Venant hydraulic model. *Journal of Hydrology*, vol. 559, p. 638-647

surtout pour l'hydrologie continentale (fleuves et lacs).

Certains fleuves ont été retenus pour faire l'objet d'études spécifiques.



Un groupe de travail sur l'hydrologie spatiale a été créé en 2014. Animé par l'OIEau, il réunit plusieurs partenaires, acteurs français de la recherche, institutionnels, techniques et opérationnels : le CNES, l'IRD, l'AFD, INRAE, la BRLI, la CNR et CLS. Des activités ont été menées avec ce consortium autour de la Commission internationale du bassin Congo-Oubangui-Sangha (la CICOS, créée dès 1999).

À l'horizon 2022, le groupe de travail devrait pouvoir fournir les variations spatio-temporelles des hauteurs d'eau des grands fleuves, lacs et rivières, et des débits des grands cours d'eau et des niveaux des océans. Ces données d'altimétrie spatiale ouvrent de nombreuses perspectives, tant pour la recherche scientifique que pour la gestion opérationnelle des ressources en eau, notamment pour les grands fleuves transfrontaliers.

Le fleuve Congo a été retenu comme fleuve expérimental, car particulièrement intéressant, entre autres pour son débit (second plus important du monde après l'Amazonie), sa taille (4 700 km), ses enjeux (transport fluvial, irrigation, eau potable, hydroélectricité), et sa nature internationale et transfrontalière (son bassin versant traverse en effet 7 pays).

 CNES, CICOS, OIEau

## ➤ **Projet GEMI : Gouvernance de l'eau dans le MBAM et INOUBOU** Émergence d'une structure intercommunale

**WITTNER Christophe**  
Geste-Engées, Strasbourg



**Cameroun**  
mai 2019

Avec une multiplicité d'équipements qui ne fonctionnaient plus, les populations rurales des neuf communes du département du Mbam et de l'Inoubou éprouvaient de profondes difficultés à s'approvisionner en eau potable. Dans un contexte national d'émergence de la décentralisation, les neuf maires du département ont décidé de créer une association des maires pour impulser et porter le projet de création d'une autorité organisatrice commune. Il s'agissait ainsi de bénéficier d'une approche partenariale efficiente et de se doter d'une échelle pertinente d'exercice des compétences.

Les acteurs ont choisi une réelle innovation juridique au Cameroun : la constitution d'un syndicat intercommunal dont l'objectif est d'assurer à la population un accès pérenne à l'eau potable et à l'assainissement de base.

La première mission consistait à fournir des éléments de réflexion pour la mise en place d'une autorité organisatrice intercommunale et la structuration opérationnelle de cette dernière : informer les élus sur les principes et les implications d'un exercice de compétence supra-communale, situer le rôle et la place des différents acteurs notamment les liens entre le futur syndicat et les structures de gestion villageoise existantes en proposant un

schéma relationnel entre les acteurs, aborder la problématique du transfert du personnel et des ouvrages existants, poser les jalons de l'organisation et du pilotage du futur service.

Une seconde mission avait pour objectif d'estimer les coûts d'exploitation du service et déterminer les conditions de pérennisation financière du futur syndicat en lien avec l'étude de consentement à payer l'eau par les populations.

Il est apparu que le calendrier de décentralisation de la compétence s'accélère dès 2010 avec la réunion du Conseil national de décentralisation

### Réf.

Publication collective : Gouvernance intercommunale dans le domaine de l'eau et de l'assainissement au Cameroun  
Lien : Cameroun - Partenariats avec les syndicats de communes du Mbam et Inoubou, et de la Lékié  
Vidéo : Gouvernance de l'eau dans le Mbam et Inoubou  
Partenaires alsaciens : SDEA, ENGEES, ISF, GESCOD et IRCOD Alsace ; partenaire camerounais : ERA Cameroun

dans l'objectif du transfert de compétences vers les communes, dont la compétence eau potable.

Les moyens financiers accompagnant le processus de décentralisation et les modalités de versements aux entités publiques exerçant les compétences eau restaient à définir. Différents cheminements sont possibles jusqu'au



budget de l'intercommunalité : versement direct des fonds par l'État, versement via le FEICOM, versement via les communes...

Il a également été porté à notre connaissance que la prise en charge salariale du secrétaire général et du receveur municipal relèverait de l'entité publique gérant les compétences concernées. Dans le cadre de la mise en place du Système d'information géographique (SIG), il semble essentiel de capitaliser les renseignements recueillis lors de cette étude en matière d'assiette de facturation et d'enrichir la

base dans le cadre de l'action d'animation. L'idéal serait à terme une connaissance exhaustive de l'assiette dans la perspective d'une détermination des prix unitaires plus fine, mais aussi de définir et décliner opérationnellement les modalités de régulation des comités de gestion villageois.

Le partenariat SDEA, ENGEES, ISF, Ircod Alsace, avec divers organismes camerounais dont ERA Cameroun, a accompagné la structuration progressive d'un service de l'eau qui a abouti en novembre 2010 à la création du premier syndicat intercommunal au

Cameroun : le Syndicat des communes du Mbam et Inoubou (SYCOMI).

Les communes de la Lékié s'en sont inspirées pour créer leur syndicat (SYNCOLEK), avec l'appui et l'expertise du SYCOMI et du SDEA (Syndicat départemental des eaux et de l'assainissement Alsace-Moselle) afin de développer à leur tour un service public d'eau et d'assainissement.



SDEA, ENGEES, ISF, IRCOD  
et GESCOD Alsace

## DANS CE CHAPITRE

**PAGE 23** Cartographie des régimes hydrologiques dans le bassin du Mékong : bénéfice scientifique d'une action de formation, LEBLOIS Étienne

**PAGE 24** Expertise du Laboratoire d'hydraulique et de normalisation à Rabat, Maroc, MOLLE Bruno

**PAGE 25** Expertise : bassin versant du fleuve Hai He, TOURNEBIZE Julien

## ➤ Cartographie des régimes hydrologiques dans le bassin du Mékong : bénéfice scientifique d'une action de formation

### Mapping Mekong river flow regime: scientific benefit of a capacity building action

**LEBLOIS Étienne**  
RIVERLY, Lyon

 **Bassin inférieur du Mékong :  
Cambodge, Laos, Thaïlande  
et Viêt Nam**  
2018

#### Réf.

Projet n° : HYCOS123: BKF-CSF, CF : 202, GLAC 40609, Act : 14.4, Outcome 14; EMF-CSF, CF : 202, GLAC 40609, Act : 14.4, Outcome 14; EMF-AFD, CF : 201, GLAC 40603, Act : 6.1.7, Outcome 61.

Le secrétariat de la Commission du fleuve Mékong (MRC), organisme de coopération des quatre pays du bassin inférieur - Cambodge, Laos, Thaïlande, Viêt Nam - a initié et supervisé depuis 2007 les projets Mekong-HYCOS puis Mekong-HYCOS Follow-up. Ces projets ont permis l'installation de plus de 30 stations hydrologiques le long du Mékong et de ses affluents, permettant d'établir un système de collecte de données partagées entre la MRC et ses États membres.

En 2017, la MRC a souhaité la poursuite de ce soutien au réseau hydrométrique du Mékong, et a sollicité en ce sens l'appui financier de l'AFD. L'AFD a souhaité que le renforcement des compétences locales en analyse des ressources en eau aille de pair avec le déploiement du réseau ; ceci a amené la MRC à solliciter des offres en ce sens, appel auquel l'OIEau, INRAE, l'IWMI et la CNR ont répondu conjointement.

Ils ont proposé, entre autres, de traiter de l'analyse régionale du régime des rivières.

Les objectifs étaient d'obtenir :

- une analyse concrète montrant comment les données sur les eaux peuvent être utilisées au niveau national et régional ;
- la formation au maniement des outils permettant cette analyse ;

- par là-même, une incitation à l'amélioration globale de la gestion et de la valorisation de ces données au sein de la MRC.

Benjamin Graff de la CNR coordonnait une équipe de formation de trois experts en hydrologie : lui-même pour la métrologie, Éric Sauquet (Riverly) pour l'analyse des données de chaque station de mesure, par exemple la délimitation des régimes hydrologiques (importance et répartition saisonnière des écoulements) et Étienne Leblois (Riverly) pour la cartographie de ce régime

hydrologique en tout point du réseau hydrographique.

Ce travail cartographique est a priori un problème scientifique classique : l'usage des experts INRAE est de cartographier le débit moyen en décomposant la variabilité saisonnière en facteurs statistiquement non corrélés, et d'associer à ces facteurs les caractéristiques physiques connues comme l'abondance de la fonte des neiges ou la quantité de pluie. Cette approche standard suppose une forte connaissance des facteurs physiques locaux.



Ici, il a été proposé d'adapter l'approche en recourant à une technique d'apprentissage automatique dite de « factorisation matricielle non négative » permettant d'éviter tout recours à un lien explicite avec les caractéristiques physiques dominantes. Les experts ont ainsi fait le choix d'adapter leur approche pour fournir des outils adaptés à une utilisation locale autonome ultérieure. Il faut dire que le

niveau de capitalisation de ces outils par les participants est inconnu – le sentiment est qu'à côté des sessions organisées, des activités conjointes à long terme (travaux en commun, échange de personnel) aideraient à obtenir des résultats durables ; fin 2020, une réflexion a lieu en ce sens.

Pour l'heure, on retiendra de la présente action que les projets d'expertise ou de formation permettent aussi

d'informer et de stimuler la recherche elle-même, l'expert étant souvent amené à introduire, en fonction des besoins de la demande locale, des solutions innovantes qu'il lui appartient bien sûr de retravailler ultérieurement dans le cadre de ses recherches.

 MRC - AFD - CNR

## ➤ Expertise du Laboratoire d'hydraulique et de normalisation à Rabat, Maroc

**MOLLE Bruno**  
G-EAU, Montpellier



**Maroc**  
2016-2017

### Réf.

Programme/Projet n° : UTF/MOR/038/MOR

La mise en œuvre du Plan Maroc vert, comprenant divers programmes d'aménagements hydro-agricoles, dont le Programme d'extension de l'irrigation (PEI), et le Programme national d'économie de l'eau en irrigation (PNEEI), est entrée en phase de croisière en s'appuyant principalement sur les antennes locales des Offices régionaux de mise en valeur (exemple ORMVA). Ce plan implique des besoins d'accompagnement accrus pour assurer la qualité et l'efficacité de réalisation et d'exploitation des systèmes d'irrigation.

À ce titre, les aspects de normalisation et de maîtrise des performances des matériels d'irrigation, ainsi que l'optimisation des conditions de leur exploitation, revêtent une importance capitale. Ces aspects relèvent de la compétence de la Direction de l'irrigation et de l'aménagement de l'espace agricole, plus précisément des missions de son Service des expérimentations, des essais et de la normalisation (SEEN).

Ce service a été expertisé récemment dans le cadre d'une mission FAO, en vue de sa remise à niveau afin qu'il puisse mieux assumer ses missions de soutien à la politique de modernisation.

Dans l'objectif de lever diverses contraintes limitant les capacités du

SEEN à assurer les nombreuses missions nécessaires pour un accompagnement efficace des programmes PEI et PNEEI, la Direction de l'irrigation et de l'aménagement de l'espace agricole prévoit la modernisation des installations de laboratoire pour évoluer vers une certification des essais qu'il réalise.

Ainsi, sous la responsabilité générale de la représentation de la FAO au Maroc, la supervision des services techniques LTU/NRLW et en étroite collaboration avec la Direction nationale de la convention et les responsables concernés de la DIAEA, la consultation internationale a porté sur les tâches suivantes :

1. réaliser un diagnostic sur l'état actuel de fonctionnement et d'étalonnage des bancs d'essai, des équipements et des outils de mesure existants au niveau du laboratoire d'hydraulique relevant du SEEN ;
2. examiner les protocoles d'essais utilisés actuellement par le laboratoire d'hydraulique ;
3. inventorier et proposer tous les types d'essais hydrauliques à faire réaliser par le laboratoire pour l'évaluation des performances technologiques et hydrauliques et

le contrôle de qualité des différents équipements d'irrigation ;

4. identifier les besoins nécessaires pour la mise à niveau du laboratoire en termes :

- d'équipements complémentaires de modernisation et d'automatisation des essais ;
- de méthodes et d'outils de traitements ;
- de formation du personnel et des équipes en charge de la réalisation et d'encadrement des essais ;
- d'élaboration des spécifications techniques et technologiques des équipements à acquérir.

 FAO



© Bruno MOLLE

## ➤ Expertise : bassin versant du fleuve Hai He

### Phase 3 Project: Recommendations for design, management and monitoring of constructed wetlands in Haihe watershed - AFD - FEXTE - Office international de l'eau

**TOURNEBIZE Julien**  
HYCAR, Antony



**Chine (RPC)**  
2016-2019

L'accès à l'eau figure parmi les préoccupations majeures de la Chine qui possède seulement 7 % des ressources en eau de la planète pour un cinquième de la population mondiale. La localisation de ces ressources est par ailleurs inégale : abondante dans le sud, l'eau manque dans l'ouest et le nord. Enfin, sa qualité est menacée par la pollution issue des rejets industriels, urbains et agricoles.

Dans le nord-est de la Chine, le bassin du fleuve Hai ou Hai He, couvre une superficie de 318 000 km<sup>2</sup> avec 130 millions d'habitants et fait partie des zones économiques les plus développées du pays, avec notamment Pékin et Tianjin.

Ce bassin avait été retenu, avec deux autres cours d'eau (Zhou, Luan), comme secteur pilote pour renforcer les compétences GIRE (Gestion intégrée et protection des ressources en eau) dans le cadre de l'accord de coopération conclu le 29 décembre 2009.

La participation d'INRAE à l'expertise sur l'ingénierie écologique fait suite à l'intervention de Julien Tournebize lors d'une formation auprès de la délégation de Hai He en 2014 pour le compte de l'OIEau. Cette délégation chinoise a été reçue par INRAE en octobre 2018.

Cette prolongation témoigne de la qualité des relations établies et montre une volonté réelle d'aller plus loin dans la coopération franco-chinoise sur la GIRE. Le projet d'ailleurs a été sélectionné pour recevoir, le « Chinese Government Friendship Award », remis par le Vice-Premier Ministre, M. Ma Kai, à l'occasion de la Fête nationale chinoise.

Cette phase concerne : adaptation-résilience au changement climatique, lutte contre les pollutions

ponctuelles et diffuses, gestion des écosystèmes aquatiques, restauration de milieu, réseaux de surveillance, systèmes d'information, gestion des lacs-réservoirs et schémas directeurs d'assainissement. Un volet économique financé par le FEXTE<sup>1</sup> mis en œuvre par l'AFD prévoit des expertises complémentaires et l'expérimentation de technologies françaises en gestion de l'eau.

Cette composante « économique » proposée est « l'étude préparatoire pour la revue de la surveillance de la biodiversité et l'efficacité de l'épuration (capacité à éliminer les polluants) dans le projet de développement de zones humides artificielles dans le bassin de la rivière Hai ». Ce document présente les aspects techniques de ce dernier projet.

Les activités financées dans le cadre du projet FEXTE apportent une assistance et une expertise

1. Le Fonds d'expertise technique et d'échanges d'expériences finance des programmes de coopération technique et des études de préparation de projet dans les pays en développement.

En 2017, l'AFD a engagé 14,7 millions d'euros. Le FEXTE est destiné à répondre aux demandes et besoins d'expertise et d'expériences françaises des pays bénéficiaires de l'aide publique au développement (au sens du Comité d'aide au développement de l'OCDE) dans lesquels l'AFD est autorisée à intervenir, tout en contribuant à leur développement durable.

#### Réf.

Articles liés : Chine - Poursuite du projet de bassin pilote de la rivière Hai et du sous-bassin de la rivière Zhou  
Juillet 2011 - Signature d'un accord de coopération entre la France et la Chine sur la gestion des ressources en eau de la rivière Hai  
Coopération Franco-chinoise dans le bassin pilote du Fleuve Hai et du sous-bassin de la Rivière Zhou

supplémentaires aux parties françaises afin d'identifier les futurs besoins d'investissement liés à la gestion des bassins versants ainsi que de développer des spécifications techniques pour les actions incluses dans les mesures programmées. Cela permet également de déterminer les technologies ou compétences pertinentes de la France. Cela pourrait intéresser les partenaires chinois.

Suite à la mission d'expertise d'avril 2014, celle de septembre 2017 était conjointe avec Biotope et missionnée par OIEau.

Avec cet organisme, un rapport d'expertise avait été produit sur la régulation de la pollution diffuse et la biodiversité notamment de la zone humide artificielle sur le réservoir Juqiao. Le rapport a été remis à l'OIEau commanditaire.

 OIEau, Biotope



## DANS CE CHAPITRE

- PAGE 26** Barrage de Lom-Pangar (Cameroun), BONELLI Stéphane
- PAGE 26** Érodabilité des sols par essais HET et JET, BONELLI Stéphane
- PAGE 27** Géorgie : impact d'un barrage hydroélectrique sur les populations de poissons, CAPRA Hervé
- PAGE 28** Colombie : barrage d'Ituango en péril, CARVAJAL Claudio
- PAGE 28** Conception d'un ouvrage de protection contre les risques torrentiels sur le Cheekye, PITON Guillaume
- PAGE 29** Barrage de Melah, Tunisie : évaluation des risques, ROYET Paul

## ➤ Barrage de Lom-Pangar (Cameroun)

**BONELLI Stéphane**  
RECOVER, Aix-en-Provence



**Cameroun**  
2014-2016

Les travaux de recherche et développement menés sur l'érosion interne ont permis de réaliser une expertise innovante sur le plus grand barrage du Cameroun mis en eau en 2016 : le barrage de Lom Pangar, haut de 57 m et stockant 6 milliards de m<sup>3</sup> d'eau pour l'hydroélectricité. Le groupement Coyne et Bellier<sup>1</sup>/ISL Ingénierie avait mandaté INRAE en 2014 pour réaliser des essais de laboratoire sur le sol de fondation du barrage afin d'apporter des éléments permettant de qualifier le risque d'érosion interne. Plus de 30 essais HET (Hole Erosion Test) ont

été réalisés à Aix-en-Provence sur des matériaux prélevés au Cameroun au cours de la campagne de reconnaissances géotechniques d'avril 2014.

Des procédures spécifiques ont été déployées pour réaliser des essais sur échantillons intacts, et pour intégrer les effets de la construction du barrage (augmentation de la densité) et du remplissage de la retenue (saturation). Les résultats obtenus ont alors permis de quantifier l'influence des paramètres importants sur l'érodabilité : la densité du sol sec, la teneur en eau et surtout la fraction de particules fines argileuses, permettant de distinguer les silts (gneiss altérés) et

### Réf.

Bonelli S., Nicaise S., Byron F. 2015. Projet de réalisation du barrage de Lom Pangar (Cameroun) - Étude de la sensibilité à l'érosion interne de la fondation du barrage et de ses matériaux. Rapport pour Coyne et Bellier / ISL Ingénierie, 193 p.

les argiles latéritiques. Ces résultats ont ensuite été utilisés pour le diagnostic du risque d'érosion interne de la fondation. Il s'agirait de la première analyse de ce niveau déployée sur le sol de fondation d'un grand barrage avant sa construction.



© SL Ingénierie, projets

1. En 1986, Coyne et Bellier a été intégré à Tractebel Engie lors de la fusion de Tractionnel et d'Electrobel Engineering ; cf. présentation et historique « Coyne et Bellier : une expérience au cœur des grands ouvrages », ainsi qu'une brève présentation de Tractebel-engineering par le CFBR



ISL Ingénierie, Coyne & Bellier

## ➤ Érodabilité des sols par essais HET et JET HET = Hole Erosion Test vs. JET = Jet Erosion Test

**BONELLI Stéphane**  
RECOVER, Aix-en-Provence



**Belgique**  
2014

La plupart des ruptures d'ouvrages hydrauliques étant attribuées à l'érosion interne des ouvrages, le centre Flanders Hydraulics Research [(FHR) de Flandre en Belgique], souhaitait disposer d'outils pour évaluer la sûreté des

digues maritimes et fluviales de l'Escaut comme du projet de confortement et rehausse de ces digues.

Stéphane Bonelli et Sylvie Nicaise de l'unité RECOVER ont été sollicités pour coordonner les tests d'érosion. Les

### Réf.

Vidéo HET - Hole Erosion Test (laboratory internal erosion test), Irstea TV, 2015  
Bonelli S. (edt), Erosion in Geomechanics Applied to Dams and Levees, Wiley/ISTE, 388 p., 2013

essais expérimentaux se sont déroulés au laboratoire de géomécanique de l'unité RECOVER ainsi que sur le terrain, en Belgique. Ils ont été réalisés

sur différents bancs d'essai selon leur typologie : JET pour la surverse, HET pour l'érosion de conduit, CET pour l'érosion de contact...

Les conclusions ont validé le choix des outils adaptés en fonction des différentes contraintes.

Ces outils qui permettent d'améliorer l'analyse du risque d'érosion interne, répondent à une attente et sont susceptibles d'aboutir à un développement international.

Cette expertise a été intégrée aux projets du FHR sur les digues de l'Escout à l'issue du rapport sur la vulnérabilité d'un sol de digue à l'érosion interne et à l'érosion de surface.

HET : Hole Erosion Test a été développé par Irstea.

JET : Jet Erosion Test relève de la norme ASTM<sup>1</sup> D5852 (retirée en 2016).

1. ASTM : American Society for Testing and Materials



© Sylvie NICAISE - Irstea

 Flanders Hydraulics Research

## ➤ Géorgie : impact d'un barrage hydroélectrique sur les populations de poissons

### Barrage cascade de Namakhvani sur la rivière Rioni

**CAPRA Hervé**  
RIVERLY, Lyon

 Géorgie  
2017

En 2017, l'antenne locale du groupe norvégien Clean Energy Group, Georgia<sup>1</sup> prévoyait d'investir en Géorgie afin de développer un projet de cascade hydroélectrique au barrage de Namakhvani, sur la rivière Rioni, municipalités de Tskhaltubo et Tsageri. Ce projet anticipait de maintenir un débit minimum de 10 % du débit moyen annuel, mais sans base scientifique préalable.

1. Devenu Enka : page <https://www.enka.com/portfolio-item/namakhvani-hydro-power-plant-cascade-project/>

Clean Energy Group a donc conclu un accord avec SRL Consulting (Grenoble) pour combler cette lacune avec des études complémentaires sur les aspects environnementaux et sociaux du projet. Pour la partie études d'impact du projet sur l'habitat piscicole et les populations de poissons, ce cabinet de consultants a lui-même choisi de déléguer et c'est Hervé Capra du laboratoire Dynam (alors unité MALY) à Lyon qui a été mandaté.

Les espèces de poissons avaient été recensées lors d'une précédente étude

en 2015 : sur huit espèces répertoriées, certaines endémiques, quelques-unes figurent sur la liste rouge géorgienne. Mais l'étude n'avait pas pris en compte l'impact probable du barrage existant en aval sur les populations de poissons, notamment migrateurs, faute de dispositif de franchissement.

L'objectif de l'expertise d'Hervé Capra était donc de :

- décrire l'habitat du poisson de rivière affecté par la présence et l'exploitation des deux barrages/réservoirs ;
- évaluer les effets des 2 systèmes hydroélectriques sur la répartition des espèces de poissons dans la rivière Rioni ;
- justifier le débit environnemental défini en aval du barrage de Namakhvani ;
- proposer des mesures d'atténuation, de compensation ou d'amélioration de la gestion des débits par éclusées.

Enka, le nouvel entrepreneur, prévoit la mise en service du barrage de Namakhvani en 2018.



© Tamuna KAKAURIDZE

 Clean Energy Group /  
SRL Consulting

## Colombie : barrage d'Ituango en péril : mission d'urgence pour l'ONU (21 mai au 3 juin 2018)

**CARVAJAL Claudio**  
RECOVER, Aix-en-Provence

 **Colombie**  
mai-juin 2018

Le 18 mai 2018, le Comité français des barrages et réservoirs (CFBR) avait sollicité ses membres pour une mission d'expertise internationale d'urgence sur un grand barrage (>200 m de hauteur) en péril en Colombie où plus de 25000 personnes avaient été déplacées vers des zones plus sûres et où 130000 habitants étaient menacés.

Les autorités colombiennes avaient lancé un appel à l'aide internationale au niveau de l'ONU et de l'Union européenne.

L'ERCC, cellule européenne de gestion de crise, avait ensuite relayé la demande en France auprès du Centre opérationnel de gestion de crise (COGIC, ministère de l'Intérieur) et au Centre ministériel de veille

et d'alerte (CMVOA, ministère de l'Environnement).

Après instruction et coordination expresse d'INRAE, et prise en charge par l'Union européenne, Claudio Carvajal était accueilli le 21 mai à Medellín par l'équipe locale des Nations Unies en charge de la logistique et de la sécurité.

Ainsi, une équipe de quatre experts a été constituée par le Bureau de l'environnement des Nations Unies (ONU). Ces experts ont proposé une analyse et une série de recommandations qui seront prises en compte dans les processus de stabilisation du projet (spécialistes en barrages, en conception hydroélectrique, en géotechnique et en géologie).

Le travail de Claudio Carvajal a été vivement apprécié. Il convient de préciser qu'en matière de modélisation, il était soutenu par ses collègues chercheurs restés en France.

 **ONU - UNDAC - ERCC**



© Svenskipedia - CC-BY-SA 4.0

## Conception d'un ouvrage de protection contre les risques torrentiels sur le Cheekye

**Trapping large magnitude debris flows induced by massive rock avalanche collapses: Cheekye debris barrier, Squamish (British Columbia, Canada)**

**PITON Guillaume**  
ETNA, Grenoble

 **Canada**  
2017-2021

À proximité de Vancouver, sur la côte ouest-canadienne, la rivière Cheekye connaît épisodiquement des laves torrentielles de très fortes magnitudes induites par des effondrements en altitude. De tels effondrements impliquant des volumes de plusieurs millions de m<sup>3</sup> ont eu lieu dans la région (Mount Meager, 2010 ; Joffre Peak, 2019). De nombreux travaux scientifiques démontrent qu'un événement majeur du même type peut survenir à tout moment dans la rivière Cheekye. Des modélisations ont montré que le phénomène menace le quartier de Brackendale de la ville de Squamish ainsi que la Highway 99

qui relie Vancouver à des stations touristiques telles que Whistler. Le risque est considéré comme trop élevé selon les standards de l'État de Colombie-Britannique et des mesures de réduction s'imposent.

Une quinzaine de stratégies différentes ont été étudiées dans l'objectif d'atténuer les risques associés à un tel événement. Une analyse multicritères a démontré que la solution la plus pertinente serait un barrage filtrant visant à piéger la quasi-totalité de la lave torrentielle de période de retour de 10 000 ans. L'ouvrage en question serait le plus grand piège à laves torrentielles d'Amérique du Nord.

### Réf.

Jakob M, Friele P. 2010. Frequency and magnitude of debris flows on Cheekye River, British Columbia. *Geomorphology* 114 : 382-395. DOI: 10.1016/j.geomorph.2009.08.013  
Piton G., Laigle D., Faug T., Tacnet J.-M., 2019. Functional Design of the Cheekye Debris Flow Barrier Technical Review of the Preliminary Design, BGC Engineering Inc., 58 p., confidential report.

Notre appui a été sollicité du fait des dimensions hors normes : 2 400 000 m<sup>3</sup> de laves torrentielles qui doivent être piégés dans un ouvrage d'environ 30 m de haut. Les ouvrages de sédimentations du même type en France sont généralement 100 à 1 000 fois plus petits, les plus gros ouvrages français restent 10 fois plus petit que la Cheekye barrier. Les barrages filtrants dédiés au piégeage

des laves torrentielles sont rares en Amérique, les spécialistes nord-américains manquent donc de recul sur la conception de tels ouvrages. Ces ouvrages sont par contre régulièrement utilisés en Europe et au Japon. BGC Engineering, le bureau d'étude en charge de concevoir l'ouvrage, a donc sollicité l'appui des chercheurs de l'unité de recherche ETNA d'INRAE qui avaient publié des travaux de recherche remarquables sur la question ces dernières années et qui animent des groupes de travail internationaux sur ces questions.

Les scientifiques ETNA ont aidé à affiner la conception fonctionnelle de la barrière : son type, sa forme et ses principales dimensions. Un outil de modélisation spécifique a été développé pour

l'occasion afin de caractériser le fonctionnement de l'ouvrage en termes de stockage et de relargage en fonction des débits entrants et des taux d'obstruction des différents organes hydrauliques. Au-delà de leur connaissance du fonctionnement de ces ouvrages, ce développement a été l'occasion de mettre en application des méthodes de propagation d'incertitudes possibilistes, particulièrement adaptées à la faible quantité de données disponibles et aux nombreux doutes qui persistaient.

La mission d'appui à BGC Engineering, important cabinet de consultants nord-américains, a porté sur la conception de cet ouvrage de protection contre les risques torrentiels sur la rivière Cheekye.

Les résultats de cette expertise essentiellement menée avec BGC Engineering et divers organismes locaux restent confidentiels et ne peuvent être diffusés.

 BGC Engineering



© Shawn Connelly

## ➤ Barrage de Melah, Tunisie : évaluation des risques

**ROYET Paul**  
RECOVER, Aix-en-Provence

 Tunisie  
2014

Cette mission d'expertise a été demandée par le groupement Artelia-ISL dans le cadre de son offre d'assistance à maîtrise d'ouvrage pour le compte du ministère de l'Agriculture, des Ressources hydrauliques et de la Pêche de Tunisie (MARHP). La Direction générale des barrages et des grands travaux hydrauliques [DGBGTH] a mandaté un comité d'experts indépendants pour s'assurer que la conception et la réalisation du barrage répondent bien aux standards internationaux en matière de sécurité.

INRAE a participé à ce comité d'experts en la présence de Paul Royet.

Ce comité d'experts a effectué une mission d'une semaine.

Après la présentation générale des travaux, de leur avancement et des principaux problèmes techniques rencontrés, il a procédé à une visite des ouvrages en cours de construction.

Les observations et recommandations des experts ont porté plus particulièrement sur l'hydrologie, la mise

en œuvre des remblais et l'auscultation. Elles ont été consignées dans le rapport de mission rédigé avant le départ.

### Réf.

Article *Cahiers ingénierie* / transition énergétique / n° 88 / Septembre 2013 : « Stockage de l'électricité : La station de pompage-turbinage de Melah amont »  
Plaquette Vincent LINO. Études d'exécution et assistance supervision phase travaux du Groupement SOGREAH/ISL/SERAH/SIAA sur le site du 

 Artelia - ISL Engineering



© Plaquette ISL-Artelia-Cfbr

## DANS CE CHAPITRE

**PAGE 30** Lausanne : installation de traitement des micropolluants, CHOUBERT Jean-Marc

**PAGE 30** Projet PLANISSIM, Sénégal, LOMBARD-LATUNE Rémi

**PAGE 31** Assainissement dans les pays du Sud : missions d'expertise internationale au Liban et au Maroc, MOLLE Pascal

## ➤ Lausanne : installation de traitement des micropolluants STEP Station d'épuration des eaux usées

**CHOUBERT Jean-Marc**  
REVERSAAL, Lyon



Lausanne lance en 2015 le projet de rénovation de sa station d'épuration des eaux usées (STEP) implantée à Vidy sur environ 70 000 m<sup>2</sup>. Datant de 1964, la STEP reçoit les eaux usées de l'agglomération : plus de 220 000 EH (équivalent-habitants).

Par ailleurs, la loi fédérale de 2014 (en cours de modification) sur la protection et la qualité des eaux impose notamment l'abattement des micropolluants à la STEP de Vidy. Lausanne devait donc prendre en compte l'augmentation de la population raccordée et l'évolution des objectifs de qualité des rejets, qui incluent certains micropolluants.

Dans le lot « installation de traitement des micropolluants » pour aboutir à la passation de contrat avec

le participant retenu, le maître d'ouvrage s'est appuyé sur la recommandation d'un collège d'experts, dont a fait partie Jean-Marc Choubert. Le travail a consisté à étudier les solutions techniques proposées par différents constructeurs. Jean-Marc Choubert s'est notamment fortement appuyé sur l'étude des processus et des procédés menés au travers de 3 thèses encadrées entre 2010 et 2015, et de projets de recherche en réalisation depuis 2005.

Une filière complexe multibarrière impliquant plusieurs procédés d'élimination des micropolluants (ozonation + filtre à sable et CAP + ultrafiltration) a été sélectionnée par le collège d'experts pour répondre aux exigences de traitement des micropolluants.

### Réf.

STEPACT – 2014 – MEP traitement des micropolluants  
La STEP Épura sur le site de la ville de Lausanne  
Rapport : Traitement des micropolluants dans es eaux usées : rapport final sur les essais pilotes à la STEP de Vidy (Lausanne)



Commune de Lausanne



© STEP, Ville de Lausanne

## ➤ Projet PLANISSIM, Sénégal

**LOMBARD-LATUNE Rémi**  
REVERSAAL, Lyon



Le projet PLANISSIM, Planification de l'AssaiNISsement par Simulation et Modélisation participative est un projet de l'État du Sénégal financé par EuropeAid.

Les équipes INRAE de Lyon et Montpellier (REVERSAAL et G-EAU) collaborent depuis 2015 sur le déve-

loppement d'une démarche de planification concertée de l'assainissement. WasteWAG (WasteWATER Game) permettant à tous les acteurs impliqués dans un service d'assainissement de discuter ensemble des choix techniques et de leurs conséquences en prenant en compte les facteurs

### Réf.

Lombard Latune R. 2019. Innover pour les services d'assainissement en zone tropicale. Génie des procédés. Université de Lyon.  
Moretti P., Lombard-Latune R. 2018. Les facteurs déterminant l'efficacité et la pérennité du secteur de l'assainissement au Sénégal. Rapport des résultats 1. [Rapport de recherche] IRSTEA. P. 139.  
YouTube : Paroles de chercheurs : Wat-A-Game (2014)

socio-économiques, politiques, sociaux et environnementaux.

Réalisé dans le cadre du PAISC (Programme d'accompagnement

des initiatives de la société civile sénégalaise) et financé par Direction générale du développement et de la coopération de la Commission européenne (DG DEVCO, 10<sup>e</sup> FED), Planissim a permis de finaliser et de tester WasteWAG pour la première fois sur le terrain.

Le projet était porté par l'ONG ACTED, INRAE ayant en charge la coordination scientifique du projet (développement méthodologique, formation des partenaires, conception des ateliers et interprétation des résultats : Paul MORETTI, Méline AUCANTE, Nils FERRAND).

Sur une phase de terrain d'une année, Planissim a rassemblé plus de 1 000 participants, simples usagers sans connaissances techniques dans le domaine, au cours d'une trentaine d'ateliers animés par des organisations de la société civile sénégalaise dans deux zones, rurale (département de Ranérou Ferlo) et péri-urbaine

(Rufisque) ; 88 % des systèmes d'assainissement proposés par les participants étaient techniquement cohérents, de la collecte des matières à leur valorisation, ce qui illustre le potentiel de la démarche pour permettre de recueillir les contributions

de l'ensemble des parties prenantes lors des choix techniques conditionnant les futurs services.

 Commission européenne (EuropeAid)



© Rémi LOMBARD-LATUNE

## ➤ Assainissement dans les pays du Sud : missions d'expertise internationale au Liban et au Maroc

**MOLLE Pascal**  
REVERSAAL, Lyon

 Liban, Maroc  
2015-2019

### Réf.

Vidéo : Interview de Pascal Molle, traitement et valorisation des eaux usées (1 :42')

Les pays du Sud connaissent une problématique prégnante en matière de gestion et de traitement des eaux usées, problématique ciblée comme prioritaire dans les Objectifs du millénaire pour le développement et dans les Objectifs de développement durable (ONU, 2015). Dans ce contexte, l'expertise INRAE, reconnue et active au niveau national, est fortement sollicitée pour accompagner les organismes d'État dans leur politique de gestion des eaux usées (traitement, reuse) ainsi que dans leur montée en compétence sur les différentes technologies de traitement.

Fort de l'expérience d'INRAE dans la conduite de projets sur ces thématiques dans les Départements d'outre-mer, la

transposition de la démarche aux pays du Sud est attrayante pour les bailleurs de fonds.

Dans ce contexte, de nombreuses actions ont été réalisées, que ce soit par des collaborations dans le cadre de la coopération internationale (avec le pS-Eau par exemple) ou dans le cadre de conventions avec des bailleurs de fonds (tel que l'AFD). Les expertises concernent aussi bien des questions relatives aux transferts de compétences sur des technologies innovantes, pour appuyer l'amélioration des dimensionnements ou l'exploitation des technologies présentes sur les territoires, ou pour appuyer la décision sur les choix de filières et technologies d'assainissement. Si les pays du Sud sont des

terrains d'expertise à demande croissante (Maroc, Liban, Tunisie, Costa Rica...), cette expertise est également parfois sollicitée pour des pays développés (Suisse, USA...).

 AFD



© Pascal MOLLE

## DANS CE CHAPITRE

- PAGE 32** Mission d'urgence inondations au Pérou du 23 mars au 14 avril 2017, RAMOS Maria Helena
- PAGE 33** Convention de partenariat « Méthodologie de caractérisation de l'adaptation au changement climatique », RICHARD Didier
- PAGE 33** Projet Odra-Vistula : gestion des inondations en Pologne, TOURMENT Rémy
- PAGE 34** Risques posés par les transitions dans les ouvrages de protection contre les inondations, TOURMENT Rémy

## ➤ Mission d'urgence inondations au Pérou du 23 mars au 14 avril 2017

**RAMOS Maria Helena**  
HYCAR, Antony



Début 2017, le nord du Pérou est touché par de très fortes pluies, des glissements de terrain et des inondations meurtrières. L'état d'urgence sera décrété le 29 mars. Entre-temps, le 20 mars 2017, INRAE était sollicité par le COGIC (Centre opérationnel de gestion interministérielle des crises) du ministère de l'Intérieur suite à une demande de l'ERCC (Centre de coordination de la réaction d'urgence de l'Union européenne).

Il s'agissait de proposer un expert pour rejoindre à Lima l'équipe d'évaluation et de coordination en cas de catastrophe (UNDAC), missionnée par le Programme des Nations Unies pour l'environnement (UNEP) et le Bureau de la coordination des affaires humanitaires (UNOCHA) à Genève, afin d'offrir une expertise ciblée vers l'identification et l'évaluation des risques environnementaux secondaires et des impacts des inondations sur l'environnement. Les équipes UNDAC interviennent, à la demande d'un pays frappé, pour l'évaluation et la coordination en cas de catastrophe et de situations d'urgence humanitaire.

À l'INRAE, Maria-Helena Ramos, directrice de recherche en hydrologie au sein de l'unité de recherche HYCAR, rejoindra l'équipe UNDAC au Pérou en tant qu'experte environnementale. Sur place, elle a contribué à la collecte et l'analyse des données auprès de la

population touchée afin d'évaluer ses besoins en eau potable, assainissement, nourriture, santé, relogement et protection. Ces données serviront à saisir l'ampleur de la crise et à définir les priorités stratégiques humanitaires.

Maria-Helena Ramos a mené à terme sa mission dédiée à l'identification et l'évaluation des risques environnementaux. Le constat de terrain a été enrichi par plusieurs contacts auprès des acteurs locaux, y compris avec le service de prévision hydrométéorologique national, ce qui a permis, par ailleurs, d'initier une importante collaboration<sup>1</sup> avec le Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMMT).

Les actions prioritaires préconisées dans son rapport final ont notamment concerné l'assainissement des eaux usées et la gestion des déchets solides, avec déploiement d'une collecte efficace et d'infrastructures adaptées, ainsi que, à plus long terme, la cartographie des zones à risque pour renforcer les stratégies de planification et de résilience des territoires face aux risques naturels.

Son témoignage affiche un bilan très positif : « Cette expérience a été enrichissante à de nombreux points de vue. Concrétiser une mission en

1. collaboration avec le CEPMMT : <https://www.ecmwf.int/en/newsletter/152/news/ecmwf-supports-flood-disaster-response-peru>

### Réf.

Rapport MIRA (Multi-cluster Initial rapid assessment report), Pérou 2017, et rapport UNDAC - Environmental Expert Support Mission UNO - PERU 2017  
Collaboration ECMWF supports flood disaster response in Peru  
Rapport : "Flash Appeal - inundaciones Costa Norte del Perú, abril 2017"  
Vidéo : Interview Maria-Helena RAMOS : Les risques liés à l'eau

quelques heures, vivre une application humanitaire de nos travaux de prévision et d'impact des crues nous encourage fortement. »

 ONU - UNDAC - ERCC



## ➤ Convention de partenariat « Méthodologie de caractérisation de l'adaptation au changement climatique »

**RICHARD Didier**  
DIVaC, Antony



**Divers**  
2018

**Réf.**  
Rapport mai 2019 / séminaires

Depuis 2015, le climat est une priorité pour l'AFD, parce que climat et développement sont deux urgences liées, et parce que partout dans le monde, les transitions énergétique et écologique sont porteuses d'opportunités. Il y a donc un fort enjeu pour l'AFD à pouvoir évaluer avec le maximum de rationalité la capacité des projets qu'elle instruit à réduire la vulnérabilité climatique. Cette notion de vulnérabilité climatique, particulièrement complexe, a amené l'AFD à se tourner vers INRAE pour un partenariat visant à faire avancer sa réflexion sur la caractérisation du concept d'adaptation au changement climatique avec un

focus particulier sur la caractérisation des impacts du changement climatique sur les variables hydrologiques :

- analyse comparée des études existantes sur l'augmentation des risques engendrés par le changement climatique ;
- recommandation de méthodologie pour la réalisation d'études sur l'augmentation des risques engendrés par le changement climatique ;
- réflexion sur les questions de gestion des risques et en particulier d'évaluation de la vulnérabilité, aux changements climatiques notamment.

Le partenariat s'appuie sur un collège d'experts comprenant :

- des spécialistes en hydrologie, climatologie, infrastructures : V. Andréassian, C. Perrin, G. Thirel (à Antony), P. Arnaud, E. Martin, L. Peyras, R. Tourment (à Aix-en-Provence), M. Lang, E. Sauquet, J.-P. Vidal (à Lyon) ;
- des spécialistes vulnérabilité, adaptation, économie : P. Brémond, F. Grelot (à Montpellier) avec la coordination générale de Didier Richard (délégué à l'expertise à la DIVaC) et José Martinez (DAI).



## ➤ Projet Odra-Vistula : gestion des inondations en Pologne "Odra-Vistula Flood Management Project for Poland"

**TOURMENT Rémy**  
RECOVER, Aix-en-Provence



**Pologne**  
2018

**Réf.**  
Projet n° PL-Odra-Vistula Flood Management Project : P147460

Le fleuve Oder (Odra en polonais) généralement paisible traverse le centre de Wrocław (anciennement Breslau lorsque la région était allemande). Il s'y divise en plusieurs bras rejoignant quatre affluents et plusieurs canaux (la « Venise polonaise »). Cependant, la ville et le fleuve ont connu des épisodes douloureux. Lors des fortes averses et de la fonte des neiges en amont, l'Oder peut dévaler à travers la ville comme ce fut le cas en 1997 et en 2010.

Avec un système anti-crues dimensionné pour à peine 2 200 m<sup>3</sup> d'eau/seconde, jusqu'à la crue de 1997 où le débit approcha 3 640 m<sup>3</sup> d'eau/seconde, Wrocław n'était pas préparé : cette inondation a causé 56 décès et détruit plus de 700 000 habitations

avec des dégâts estimés à plus de 1 milliard de dollars US. D'où le projet de gestion des inondations intitulé « Odra-Vistula Flood Management » qui couvre 107 169 km<sup>2</sup> en Pologne.

L'objectif est d'étendre les systèmes de protection existants aux populations vivant dans des zones définies des bassins de l'Oder et du cours supérieur de la Vistule, et de renforcer le pouvoir institutionnel pour l'atténuation plus efficace de l'impact des inondations. Ce projet de l'ordre de 500 millions d'euros comporte 5 grands points.

1. La protection contre les inondations dans le cours moyen et inférieur de l'Oder. Il s'agit d'optimiser la protection contre les inondations tant estivales qu'hivernales pour les villes de Szczecin, Słubice, Gryfino,

ainsi que plusieurs autres petites villes le long du cours de l'Oder. Les activités incluront la reconstruction de digues et autres ouvrages de protection des berges (retenues, parapets, etc.), le dragage de l'Oder ainsi que des canaux et du port de Szczecin, et des travaux de correction du fleuve, à savoir le recalibrage et la (re-)construction



- des épis et barrages latéraux submergés dans le fleuve, la restauration des courbes, et la protection des berges.
2. La protection contre les crues de la vallée de la Neisse de Klodzko (Nysa Klodzka) pour protéger la ville de Klodzko et les autres petites villes de la vallée, ainsi que la ville de Bardo à la sortie de la vallée.
  3. La protection contre les inondations dans le cours supérieur de

- la Vistule afin de protéger l'agglomération de Cracovie (Kraków), la zone industrielle de Nowa Huta, la zone industrielle et agricole de Sandomierz-Tarnobrzeg ainsi que de certaines villes sur les affluents dans les sous-bassins des rivières San et Raba.
4. Le renforcement institutionnel et l'amélioration des prévisions afin d'appuyer sélectivement la capacité des institutions dans les zones

- prioritaires en améliorant la préparation aux situations d'urgence le long des principaux fleuves et de leurs affluents de Pologne du Sud et de l'Ouest en renforçant les prévisions et le pouvoir opérationnel de gestion de l'eau.
5. Et enfin, la gestion du projet et les études.



## ➤ Risques posés par les transitions dans les ouvrages de protection contre les inondations

**TOURMENT Rémy**  
RECOVER, Aix-en-Provence

 **Royaume-Uni**  
2017

L'Agence pour l'environnement du Royaume-Uni (ESA) a lancé une étude de recherche couvrant l'évaluation et la gestion des risques liés aux transitions dans les infrastructures de protection contre les inondations. Le but de ce projet de recherche et développement est de mieux comprendre les effets des zones de transition sur la performance des ouvrages de protection contre les inondations.

Les zones de transition sont des zones de faiblesse dans un système global de défense contre les inondations où les ouvrages changent de géométrie ou de composition (interne ou externe).

L'interface entre deux surfaces différentes est le point où les processus d'érosion (internes et externes) sont favorisés.

Si les processus d'érosion ne sont pas détectés ou ne sont pas contrôlés, ils peuvent en fin de compte entraîner une défaillance et une rupture de l'ouvrage, générant la plupart du temps une inondation de la zone supposée protégée.

L'étude vise à résoudre ces problèmes en aidant les autorités de gestion des risques à :

- tenir compte de la présence de transitions lors de l'évaluation de sûreté des ouvrages de protection contre les inondations ;
- quantifier les effets des transitions sur les performances des ouvrages et les risques d'inondation ;
- gérer le risque lié aux transitions avec une conception améliorée et des solutions adaptées aux ouvrages existants.

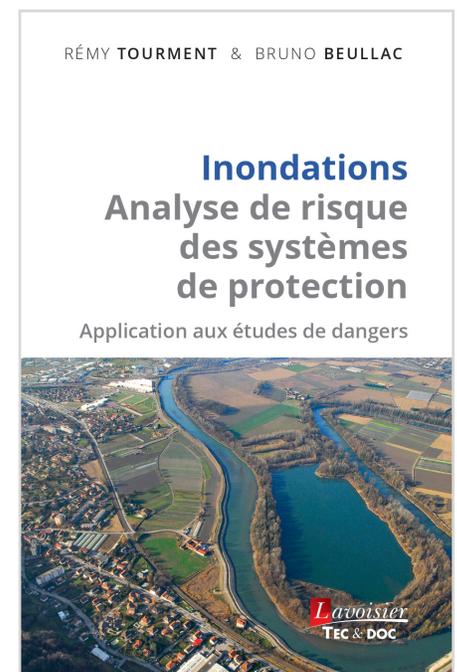
Le titulaire du contrat est HR Wallingford et INRAE apporte son expertise (Rémy Tourment) aux différentes étapes clés du projet. Cette contribution est gérée à travers un contrat de sous-traitance.

Ces travaux font suite à une première étude sur cette problématique qui avait été menée dans le cadre du projet FloodProBE et dont Rémy Tourment était coordonnateur de la tâche associée.

### Réf.

Guide INRAE : Tourment R., Beullac B.  
Inondations - Analyse du risque appliqué aux études de danger (EdD),  
ISBN: 978-2-7430-2365-2

 **HR Wallingford - ESA**



Collection Appui aux politiques publiques  
Dir. de publication : **Nicolas de Menthère**  
Dir. de collection : **Gisèle Parfait**  
Rédaction :  
**José Martinez, Almerinda Pinto**  
Conception :  
**Roxane Jupin, Giovanna Pinaud**  
Maquette et mise en page :  
**EliLoCom - [www.elilocom.fr](http://www.elilocom.fr)**  
Impression : **Biprint**  
**Mars 2022**

# Index géographique et index des experts/unités

## Pays, régions

### Asie Sud et Sud-Est

Chine (RPC).....	18, 25
Inde.....	9
Thaïlande.....	8, 23
Bassin inférieur du Mékong.....	23
<b>Afrique et Moyen-Orient</b>	
Afrique subsaharienne	
Cameroun.....	21, 26
Congo.....	20
Côte d'Ivoire.....	19
Ouganda.....	19
Sénégal.....	19, 30
Maghreb	
Maroc.....	24, 31
Tunisie.....	15, 29
Moyen-Orient	
Israël.....	16
Jordanie.....	16
Palestine.....	16
Liban.....	31

### Amériques

Amérique du Nord	
Canada.....	12, 13, 18, 28
Amérique Latine	
Colombie.....	28
Pérou.....	32

### Europe

Azerbaïdjan.....	14
Belgique.....	26
Géorgie.....	14, 27
Luxembourg.....	12
Pologne.....	33
Suisse.....	30
Royaume-Uni.....	34

**Divers..... 10, 14, 17, 33**

**Europe/International. 7, 8, 11**

## Experts

### BONELLI Stéphane

RECOVER..... 26

### BONTEMS Philippe

TSE..... 7

### BOUARFA Sami

G-EAU..... 17

### CAPRA Hervé

RiverLy..... 27

### CARVAJAL Claudio

RECOVER..... 28

### CHAUVIN Christian

EABX..... 18

### CHÈVRE Patrick

EABX..... 14

### CHOUBERT Jean-Marc

REVERSAAL..... 30

### DOUZALS Jean-Paul

ITAP..... 8, 11

### ÉVETTE André

LESSEM..... 12, 13

### HUMBERT Jean-François

iEES..... 19

### LEBLOIS Étienne

RiverLy..... 23

### LOCONTO Allison

LISIS..... 9

### LOMBARD-LATUNE Rémi

REVERSAAL..... 30

### MACOMBE Catherine

ITAP..... 10

### MALATERRE Pierre-Olivier

G-EAU..... 20

### MOLLE Bruno

G-EAU..... 24

### MOLLE Pascal

REVERSAAL..... 31

### MORARDET Sylvie

G-EAU..... 15

### PITON Guillaume

ETNA..... 28

### RAMOS Maria Helena

HYCAR..... 32

### RICHARD Didier

DIVaC..... 33

### ROYET Paul

RECOVER..... 29

### THIREL Guillaume

HYCAR..... 16

### TOURMENT Rémy

RECOVER..... 33, 34

### TOURNEBIZE Julien

HYCAR..... 25

### WITTNER Christophe

GESTE..... 21

## Index des unités INRAE

DIVaC	Direction innovation, valorisation, contractualisation (ex-Irstea).....	33
EABX	Écosystèmes aquatiques et changements globaux.....	14, 18
ETNA	Érosion torrentielle, neige et avalanches.....	28
G-EAU	Gestion de l'eau, acteurs, usages.....	15, 17, 20, 24
GESTE	Gestion territoriale de l'eau et de l'environnement.....	21
HYCAR	Hydrosystèmes continentaux anthropisés : ressources, risques, restauration.....	16, 25, 32
iEES	Institut d'écologie et des sciences de l'environnement de Paris.....	19
ITAP	Information, technologies, analyse environnementale, procédés agricoles.....	8, 10, 11
LESSEM	Laboratoire des écosystèmes et sociétés en montagne.....	12, 13
LISIS	Laboratoire Interdisciplinaire sciences, innovations, sociétés.....	9
RECOVER	Risques, écosystèmes, vulnérabilité, environnement, résilience.....	26, 28, 29, 33, 34
REVERSAAL	Réduire, valoriser, réutiliser les ressources des eaux résiduaires.....	30, 31
RiverLy	Fonctionnement des hydrosystèmes.....	23, 27
TSE-R	Toulouse School of Economics - Recherche.....	7

## Partenaires institutionnels, organismes de recherche...

AFD.....	France.....	3, 15, 17, 20, 21, 23, 25, 31, 33
CEWP.....	Chine/Europe.....	18
CFBR.....	France.....	28
CICOS.....	Congo.....	21
CIRAD.....	France.....	10, 15
CMVOA.....	France.....	28
CNES.....	France.....	20
CNR.....	France.....	21, 23
COGIC.....	France.....	28, 32
DGBGTH.....	Tunisie.....	29
ENGEES.....	France.....	22
FEICOM.....	Cameroun.....	22
FEXTE.....	France, AFD.....	25
FFEM.....	France.....	3, 15, 19
FHR.....	Belgique, FL.....	26, 27
Gescod (Ircod Alsace).....	France (Est).....	22
IRD.....	France.....	20, 21
IWHR.....	Chine.....	19
IWMI.....	Sri Lanka.....	23
Lausanne (commune de).....	Suisse.....	30
MARHP ministère de l'Agriculture.....	Tunisie.....	15, 29
MELCC ministère de l'Environnement.....	Canada.....	18
Ministère de l'Agriculture du Maroc : SEEN (au sein de la DIAEA).....	Maroc.....	24
MRC.....	Asie du sud-est.....	23
NASA.....	USA.....	20
OIEau.....	France.....	19, 21, 23, 25
ORMVA.....	Maroc.....	24
SDEA.....	France (Est).....	22
SNCF Réseau.....	France.....	12
SYKE.....	Finlande.....	19
Université d'Évora.....	Portugal.....	19
Université de Laval.....	Québec.....	13

## Nations Unies / United Nations

CSAM.....	8
ESCAP.....	8
FAO.....	3, 9, 24
UNDAC.....	3, 32
UNDP / PNUD.....	3, 16
UNEP / PNUE.....	9, 32
UNOCHA (OCHA).....	32

## Organismes Europe et ONU

CENELEC.....	8
CEPMMT.....	32
DG-DÉVCO.....	10, 11, 31
ECMRWF.....	32
ERCC.....	28, 32
ETSI.....	8

## Organismes non gouvernementaux

Acted.....	31
AFEID.....	17
ESA.....	34
HR Wallingford.....	34
ISF.....	22
WWF.....	9
WSCS.....	14

## Partenaires socio-professionnels

ACTERRA.....	16
ARIA Technologies.....	16
Artelia.....	29
BGC Engineering.....	28
Biotope.....	25
BRLI.....	21
Banque mondiale (WBI).....	3, 7, 17, 34
Clean Energy Group.....	27
Coyne et Bellier (CFBRI) / Tractebel-engie.....	26
IDEE Aquaculture.....	14
ISL ingénierie.....	26, 27
KWL (Kerr Wood Leidal).....	12
Landell Mills.....	10
SRL Consulting.....	27
TEC Conseil.....	16
Total Énergie : Groupe Total (division RSE) et Total E&P Absheron (Bakou).....	14

# Index des abréviations, sigles et acronymes

APP ou IE APP	[Expertise &] Appui aux politiques publiques
AFD	Agence française du développement
AFEID	Association française pour l'eau, l'irrigation et le drainage
ANTAM	Asian & Pacific Network for Testing of Agricultural Machinery
BM [WB]	Banque mondiale [World Bank]
BRLI	Bas-Rhône & Languedoc Ingénierie, groupe BLR
BTSF	Better Training for Safe Food
CENELEC	Comité européen pour la normalisation électrotechnique, UE
CEPMMT	Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme
CEWP	China-Europe Water Platform
CFBR	Comité français des barrages et réservoirs
CICOS	Commission internationale du Bassin Congo-Oubangui-Sangha
CIRAD	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
CLS	Collecte Localisation Satellites
CMVOA	Cellule ministérielle de veille opérationnelle et d'alerte, ministère de l'Environnement
CNES	Centre national d'études spatiales
CNR	Compagnie nationale du Rhône
COGIC	Centre opérationnel de gestion interministérielle des crises, ministère de l'Intérieur
COOPLAGE	Coupler des outils ouverts et participatifs pour laisser les acteurs s'adapter pour la gestion de l'environnement
COSTEA	COmité Scientifique et Technique de l'Eau Agricole
CSAM	Centre for Sustainable Agricultural Mechanization, ONU
DGBGTH	Direction générale des barrages et des grands travaux hydrauliques (Agridata Tunisie)
DGD	Direction (ou Directeur/Directrice) général(e) délégué(e)
DG-DEVCO	Direction générale - Développement et Coopération internationale, UE
DG/ACTA	Direction générale de l'aménagement et de la conservation des terres agricoles tunisiennes
DIAEA	Direction de l'irrigation et de l'aménagement de l'espace agricole, ministère de l'Agriculture du Maroc
ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
Enges	École nationale du génie de l'eau et de l'environnement de Strasbourg
ERCC	Emergency Response Coordination Centre/Centre de coordination de la réaction d'urgence, UE
ESA	Environmental Services Association
ESCAP	Economic & Social Commission for Asia and the Pacific, ONU
ETSI	European Telecommunications Standards Institute, UE
FAO	Food & Agriculture Organization, ONU
FEICOM	Fonds spécial d'équipement et d'intervention intercommunale, Cameroun
FEXTE	Fonds pour expertise technique et partage d'expériences, AFD
FFEM	Fonds français pour l'environnement mondial
FRH	Flanders Hydraulics Research
GEMI	Gouvernance de l'eau dans le Mbam et Inoubou
HET	Hole Erosion Test
Gescod/Ircod	Grand-Est solidarités et coopérations pour le développement (Institut régional coopération et développement)
IRD	Institut de recherche pour le développement
ISF	Ingénieurs Sans Frontières
IWHR	Institute of Water resources & Hydropower Research, Chine
IWMI	International Water Management Institute
KWL	Kerr Wood Leidal
MARHP	Ministère de l'Agriculture, des Ressources hydrauliques et de la Pêche de Tunisie
MELCC	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Canada
MIRA	Multi-cluster/sector Initial Rapid Assessment
MRC	Mekong River Commission / Commission du fleuve Mékong
NASA	National Aeronautics & Space Administration
OIEau	Office international de l'eau
ORMVA	Office Régional de Mise en Valeur Agricole, Maroc
PACTE	Programme d'Adaptation au Changement climatique des TErritoires ruraux de Tunisie
PIA	Programme d'investissement pour l'avenir
PLANISSIM	Planification de l'AssaiNISsement par Simulation et Modélisation

PNEEI	Programme national d'économie de l'eau en irrigation
pS-Eau	Programme Solidarité-Eau
RAP et RMP	Riparian Action Programme et Riparian Monitoring Programme, ville de Calgary, Canada
RPC	République populaire de Chine
SDEA	Syndicat départemental des eaux et de l'assainissement, Alsace-Moselle
SEEN	Service Expérimentations, Essais et Normalisation (DIAEA), ministère de l'Agriculture du Maroc
SET	Sciences, Eau et Territoires, la revue d'INRAE
STEP	STation d'ÉPuration des eaux usées
SWOT	Surface Water and Ocean Topography
SYCOMI	SYndicat des eaux des COmmunes du Mbam et Inoubou
SYKE	Suomen ympäristökeskus   Finnish Environment Institute   Institut finlandais de l'environnement
UNDAC	United Nations Disaster Assessment & Coordination
UNDP [PNUD]	United Nations Development Programme / Programme des Nations Unies pour le Développement
UNEP [PNUE]	United Nations Environment Programme / Programme des Nations Unies pour l'Environnement
UNO [ONU]	Organisation des Nations Unies [United Nations Organization]
UNOCHA	United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs
WaSaf	Water Sources in Africa
WasteWAG	WasteWater Game
WWF	World Wide Fun for Nature / Fonds mondial pour la nature
WSCS	World Sturgeon Conservation Society



Direction de l'Appui aux Politiques Publiques  
Centre siège d'Antony  
1, rue Pierre Gilles de Gennes  
92160 Antony

Rejoignez-nous sur :



<https://www.inrae.fr/>

**Institut national de recherche pour  
l'agriculture, l'alimentation et l'environnement**



**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**INRAE**