



Appui aux politiques publiques



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**INRAE**



**Recueil de projets d'expertise internationale à INRAE**

Juillet 2021





© INRAE

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.

Brochure préparée par Almerinda Pinto et José Martinez de la Direction de l'appui aux politiques publiques (DAPP).

## 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 de projets 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'actions et d'implications 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.

Vous en souhaitant bonne lecture.

### José Martinez

Directeur de Recherche

Responsable du développement de l'expertise internationale à la DAPP

# Tables des matières

<b>Agriculture &amp; Sciences Agronomiques</b> .....	<b>7</b>
Evaluation 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 &amp; Alimentation</b> .....	<b>9</b>
Exploration des systèmes alimentaires durable : 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 valeurs inclusives et durables .	10
<i>MACOMBE Catherine</i>	
Formation BTSF : appareils phytosanitaires .....	11
<i>DOUZALS Jean-Paul</i>	
<b>Biodiversité &amp; 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>CHEVRE 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 - 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 poisson .....	27
<i>CAPRA Hervé</i>	
Colombie – barrage d'ltuango en péril .....	28
<i>CARVAJAL Claudio</i>	
Conception d'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>35</b>
<b>Index des abréviations, sigles et acronymes</b> .....	<b>37</b>



## Evaluation de la valorisation des terres agricoles

Improving the estimates of agricultural land wealth

**BONTEMS Philippe**  
TSE-R, Toulouse



Europe et International  
2015

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 économétriques. 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.

- Réf.
- Philippe Bontems & Jean-Sauveur Ay & Raja Chakir & Laure Latruffe, 2015. "Improving the estimates of agricultural land valuation: report to the World Bank," Working Papers
- hal-01462707, HAL.



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 en est l'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 :

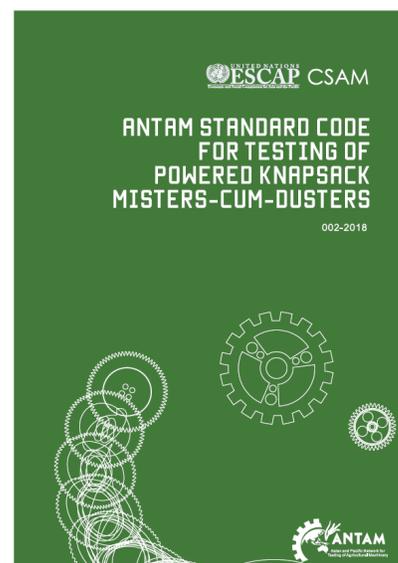
- représenter la France au comité (national contact point) – participation à la réunion annuelle ;
- contribuer à la rédaction d'un protocole de test pour les appareils à dos motorisés – avec des mises à jour périodiques (standardisation, normes) ;
- contribuer aux activités de formation sur la mise 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 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

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



## 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



# Agriculture & Alimentation

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

LOCONTO Allison

➤ **Support méthodologique pour l'analyse et le développement de chaînes de valeurs inclusives et durables**

MACOMBE Catherine

➤ **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 :

- i. 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 ;
- ii. 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 ;
- iii. agriculteurs, consommateurs, coopératives, entreprises, fonctionnaires, ONGs, etc. innovent 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 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 pour 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 freiner les progrès.

 **FAO : #AGP / ESN / SLM**

- Réf.
- FAO/INRA. 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/INRA. 2016. Innovative markets for sustainable agriculture.
- FAO/INRA. 2018. Constructing markets for agroecology
- FAO/INRAE. 2020. Systèmes alimentaires durables: un manuel pour s'y retrouver.
- Vidéo : Interview "Innover pour une alimentation durable"

## Support méthodologique pour l'analyse et le développement de chaînes de valeurs 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.

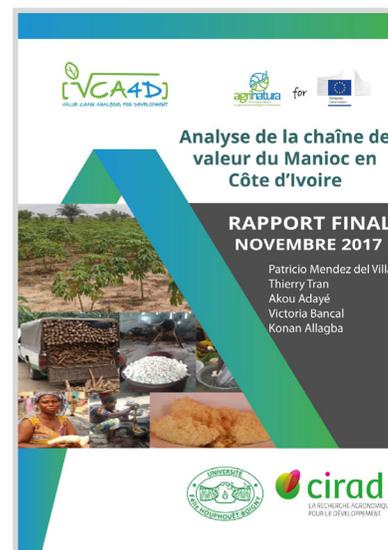
De ce fait, les responsables bruxellois des Délégations au sein de la DG DEVCO (Direction Générale Développement et Coopération internationale) de la Commission européenne ont décidé en 2015 de mettre en place et d'expérimenter de nouvelles méthodes d'évaluation pour les aspects économiques, environnementaux 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.

 **EU DG DEVCO, Landell Mills**

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



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

**DOUZALS Jean-Paul**  
ITAP, Montpellier



Europe  
2015 & 2019-2020

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.

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.



Commission Européenne

- Réf.
- European Union Sanitary and phytosanitary requirements
- BTSF Academy, trainings



## Biodiversité & Génie végétal

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

ÉVETTE André

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

ÉVETTE André

### 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.



©A. PETIT(SNCF Réseau)



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

## 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



©City of Calgary

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

- appliquer un amendement de 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 :

- vaste jeu de données international sur le génie végétal pour la protection des berges de rivière qui pourra être valorisé par des articles scientifiques ;
- vaste réseau professionnel au Québec comme en Alberta avec

des administrations publiques, des chercheurs et des bureaux d'études ;

- échanges interdisciplinaires nombreux avec différents scientifiques.



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

## 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 savoirs-faire en matière d'ingénierie écologique.

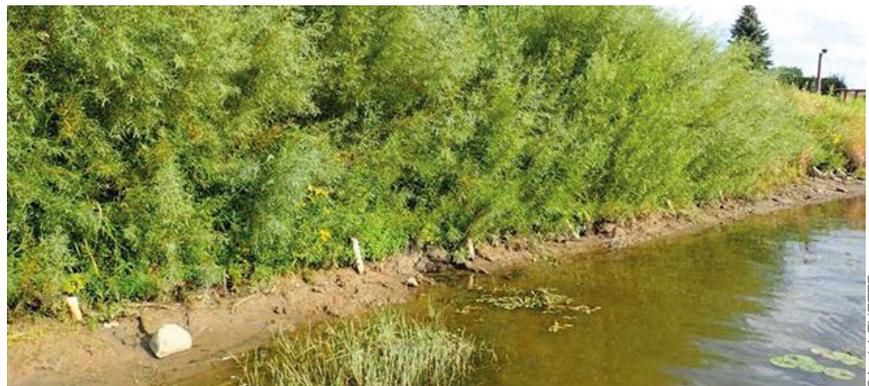
Le programme soutenu par la Commission permanente de coopération franco-québécoise inclut notamment une évaluation de la biodiversité des berges aménagées et la mise en place de chantiers pilotes, d'expérimentations et des ateliers techniques dans les deux pays.

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 Évette a contribué à la rédaction et au suivi du projet de recherche en plus de l'expertise scientifique et technique.

 Université de Laval / ministère des Transports du Québec

- 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 Évette, river bank restoration



## Changement Climatique

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

CHÈVRE Patrick

PACTE : Programme  
d'adaptation au  
changement climatique  
des Territoires ruraux de  
Tunisie

MORARDET Sylvie

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



Divers

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 80, 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 4e 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...) peuvent être 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.

Les 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 ;
- 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/zootecnie de l'esturgeon a effectué une mission d'expertise en coordination avec le



©Christophe MAITRE, INRAE

Groupe Total et le bureau d'étude français IDEE retenu pour l'étude financée via la politique RSE du Groupe 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 également effectué une mission d'évaluation environnementale sur la rivière Rioni en Géorgie à la demande du bureau

d'études international SLR. À noter qu'il a été contacté à l'issue du travail mené en septembre 2017 par Hervé Capra (INRAE Lyon) pour SLR sur le fonctionnement par éclusées d'un gros barrage hydroélectrique à l'amont.



IDEE, bureau SRL Ingénierie et  
Groupe Total RSE

- 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): Etude de faisabilité

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

**MORARDET Sylvie**  
G-EAU, Montpellier



Tunisie  
2018-2021

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 ont 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 CoOPLAaGE<sup>1</sup> est également impliquée 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€.

1.CoOPLAaGE est une suite intégrée d'outils "Coupler des Outils Ouverts et Participatifs pour Laisser les Acteurs s'Adapter pour la Gestion de l'Eau"

Cirad (AFD)



# 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

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 en contexte de 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 hydro-climatiques 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 sur leur vision de 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 aussi 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

- 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



©Adobe Stock

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

# Gestion de l'eau

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

**BOUARFA Sami**  
G-EAU, Montpellier



Divers  
2013-2023

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, 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).



- 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" (05 mars 2020)
- Vidéo: Interview de Sami Bouarfa, gestion et usages de l'eau

<sup>1</sup>. 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)



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

BOUARFA Sami

➤ **Mise en œuvre de la Directive-Cadre sur l'Eau : mission au Québec**

CHAUVIN Christian

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

CHAUVIN Christian

➤ **WaSaf (Water Sources in Africa)**

HUMBERT Jean-François

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

MALATERRE Pierre-Olivier

➤ **Projet GEMI : Gouvernance de l'Eau dans le MBAM et INOUBOU**

WITTNER Christophe

## 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

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 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 perturbations 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, de 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.



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

**CHAUVIN Christian**  
EABX, Bordeaux



Chine (RPC)  
oct.-nov. 2017

Plusieurs projets de coopération européenne sont en cours dans le cadre d'une plateforme 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 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 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

- Réf:
- Christian Chauvin. 2017. Compte-rendu de mission en
- Chine : 25 octobre-1er novembre 2017.

## 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 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 plateformes 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.



(FFEM)

- 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.

## 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, appuyé 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 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 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 (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

- 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

## 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 éprouaient 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 efficace 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 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 FEI-COM, 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, ont 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

- 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 & de la Lékié
- Vidéo : Gouvernance de l'eau dans le MBAM et INOUBOU
- Partenaires alsaciens : SDEA, ENGEES, ISF, GESCOD & IRCOD Alsace ; partenaire camerounais : ERA Cameroun

# Hydrologie

## Cartographie des régimes hydrologiques dans le bassin du Mékong

LEBLOIS Étienne

## Expertise du Laboratoire d'hydraulique et de Normalisation – Rabat, Maroc

MOLLE Bruno

## 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

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 étant 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 météorologie, Éric Sauquet (Riverly) pour l'analyse des données en 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 en associant à ces facteurs les caractéristiques physiques connues comme l'abondance de la fonte des neiges ou la quantité de pluie. Cette approche standard suppose cependant



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 appartiendra bien sûr de retravailler ultérieurement dans le cadre de ses recherches.

 MRC - AFD - CNR

- Réf.
- Projet N°: HYCOS123: BKF-CSF, CF:202, GLAC 40609,
- Act: 1.4.4, Outcome 14; EMF-CSF, CF:202, GLAC 40609,
- Act: 1.4.4, Outcome 14; EMF-AFD, CF: 201, GLAC 40603,
- Act: 6.1.7, Outcome 61.

## Expertise du Laboratoire d'hydraulique et de Normalisation - Rabat, Maroc

**MOLLE Bruno**  
G-EAU, Montpellier

 Maroc  
2016-2017

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 de l'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

- Réf.
- Programme/Projet N°: UTF/MOR/038/MOR



# 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 & 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 milieux, 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 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

1. Fonds d'Expertise Technique et d'Échanges d'expériences financés 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.

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

- 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



# Ouvrages hydrologiques / Risques

## Barrage de Lom-Pangar (Cameroun)

BONELLI Stéphane

## Érodabilité des sols par essais HET et JET

BONELLI Stéphane

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

CAPRA Hervé

## Colombie – barrage d'ltuango en péril

CARVAJAL Claudio

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

PITON Guillaume

## Barrage de MELAH, Tunisie

ROYET Paul

# Barrage de Lom-Pangar (Cameroun)

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

 Cameroun  
2014-2016

Les travaux de recherche & 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 & 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

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

du sol sec, la teneur en eau et surtout la fraction de fines argileuse, permettant de distinguer les silts (gneiss altérés) et 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.

 ISL Ingénierie, Coyne & Bellier

- 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&Bellier / ISL Ingénierie, 193 p.



©SL Ingénierie, projets

# 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 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, ex. : 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'Escaut 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



Flanders Hydraulics Research

- 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



© Sylvie NICAISE - Irstea

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

### 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.

Clean Energy Group a donc conclu un accord avec SRL Consulting (Grenoble)

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

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.



Clean Energy Group / SRL  
Consulting



©Tamuna KAKAURIDZE

## 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 & Réservoirs (CFBR) avait sollicité ses membres pour une mission d'expertise internationale d'urgence sur un grand barrage (>200m de hauteur) en péril en Colombie où plus de 25 000 personnes avaient été déplacées vers des zones plus sûres et où 130 000 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



©Svenskikipedia - CC BY-SA 4.0

## Conception d'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 10 000 ans. L'ouvrage en question serait le plus grand piège à laves torrentielles d'Amérique du Nord.

Notre appui a été sollicité du fait des dimensions hors normes : 2 400 000 m<sup>3</sup> de lave torrentielle 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'obstructions 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.



- 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., 58p, confidential report.



©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 & 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'expert 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, ce comité 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



©Plaquette ISL-Artelia-Cibr

## Ouvrages / Assainissement

### ➤ Lausanne : installation de traitement des micropolluants

CHOUBERT Jean-Marc

### ➤ Projet PLANISSIM, Sénégal

LOMBARD-LATUNE Rémi

### ➤ 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



Suisse  
2014

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 réalisé 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.



Commune de Lausanne

- 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 vidu y \(Lausanne\)](#)



©STEP, Ville de Lausanne

## Projet PLANISSIM, Sénégal

**LOMBARD-LATUNE Rémi**  
REVERSAAL, Lyon



Sénégal  
2016-2017

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 développement 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 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, 10e 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, Mélaïne AUCANTE, Nils FERRAND).

Sur une phase 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)

- 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 déterminants l'efficacité et la pérennité du secteur de l'assainissement au Sénégal. Rapport des Résultats 1.](#) [Rapport de recherche] irstea. pp.139.
- YouTube : [Paroles de chercheurs : Wat-A-Game \(2014\)](#)



©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

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 convention 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, à l'appui à l'amélioration des dimensionnements ou l'exploitation des technologies présentes sur les territoires, ou à l'appui à la décision sur les choix de filières et technologies d'assainissement. Si les pays du sud sont des terrains d'expertises à demande croissante (Maroc, Liban, Tunisie, Costa Rica ...), cette expertise est également parfois sollicitée pour des pays développés (Suisse, USA...).



- Réf.
- Vidéo : [Interview Pascal Molle, traitement et valorisation des eaux usées](#) (1 :42')



©Pascal MOLLE

# Risques / Changement Climatique

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

**RAMOS Maria Helena**  
HYCAR, Antony



Pérou  
2017

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'urgences humanitaires.

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 analyse des données auprès de la population touchée afin d'évaluer leurs 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 1.collaboration avec le CEPMMT : <https://www.ecmwf.int/en/newsletter/152/news/ecmwf-supports-flood-disaster-response-peru>

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

ONU - UNDAC - ERCC

- 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](#)



©Maria Helena RAMOS

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

RAMOS Maria Helena

➤ **Convention de partenariat " Méthodologie de caractérisation de l'adaptation au changement climatique "**

RICHARD Didier

➤ **Projet Odra-Vistula – gestion des inondations en Pologne**

TOURMENT Rémy

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

TOURMENT Rémy

# Convention de partenariat “Méthodologie de caractérisation de l'adaptation au changement climatique”

**RICHARD Didier**  
DIVaC, Antony



Divers  
2018

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 par Didier Richard (délégué à l'expertise à la DIVaC) et José Martinez (DAI).



- Réf.
- Rapport mai 2019 / séminaires

# Projet Odra-Vistula – gestion des inondations en Pologne

“Odra-Vistula Flood Management Project for Poland”

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



Pologne  
2018

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/s, 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 à atténuer plus efficacement 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
5. Et enfin, la gestion du projet et les études.



Banque Mondiale

Réf.

Projet n°: [PL-Odra-Vistula Flood Management Project](#)-- [P147460](#)

## 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 & 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 (interne et externe) 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 Flood-ProBE et dont Rémy Tourment était le coordonnateur de la tâche associée.



HR Wallingford - ESA

Réf.

Guide INRAE : Tourment, R., Beullac, B. [Inondations - Analyse du risque appliqué aux Études de Danger \(EdD\)](#), ISBN: 978-2-7430-2365-2



Edition : INRAE - DAPP

Dir. de publication : Nicolas-de-Menthère

Rédaction : José Martinez, Almerinda Pinto

Maquette et mise en page : Roxane Jupin,  
Giovanna Pinaud

Impression : Biprint

# Index géographique et index des experts/unités

## Pays, régions

<b>Asie Sud et Sud-Est</b>	<b>Amériques</b>
Chine (RPC).....18, 25	Amérique du Nord
Inde.....9	Canada.....12,13, 18, 28
Thaïlande.....8, 23	Amérique Latine
Bassin inférieur du Mékong.....23	Colombie.....28
	Pérou.....32
<b>Afrique et Moyen-Orient</b>	<b>Europe</b>
Afrique subsaharienne	Azerbaïdjan.....14
Cameroun.....21, 26	Belgique.....26
Congo.....20	Géorgie.....14, 27
Côte d'Ivoire.....19	Luxembourg.....12
Ouganda.....19	Pologne.....33
Sénégal.....19, 30	Suisse.....30
	Royaume-Uni.....34
<b>Maghreb</b>	<b>Divers.....10, 14, 17, 33</b>
Maroc.....24, 31	<b>Europe/International....7,8, 11</b>
Tunisie.....15, 29	
<b>Moyen-Orient</b>	
Israël.....16	
Jordanie.....16	
Palestine.....16	
Liban.....31	

## Experts

<b>BONELLI Stéphane</b>	<b>MACOMBE Catherine</b>
RECOVER.....26	ITAP.....10
<b>BONTEMS Philippe</b>	<b>MALATERRE Pierre-Olivier</b>
TSE.....7	G-EAU.....20
<b>BOUARFA Sami</b>	<b>MOLLE Bruno</b>
G-EAU.....17	G-EAU.....24
<b>CAPRA Hervé</b>	<b>MOLLE Pascal</b>
RiverLy.....27	REVERSAAL.....31
<b>CARVAJAL Claudio</b>	<b>MORARDET Sylvie</b>
RECOVER.....28	G-EAU.....15
<b>CHAUVIN Christian</b>	<b>PITON Guillaume</b>
EABX.....18	ETNA.....28
<b>CHÈVRE Patrick</b>	<b>RAMOS Maria Helena</b>
EABX.....14	HYCAR.....32
<b>CHOUBERT Jean-Marc</b>	<b>RICHARD Didier</b>
REVERSAAL.....30	DIVaC.....33
<b>DOUZALS Jean-Paul</b>	<b>ROYET Paul</b>
ITAP.....8,11	RECOVER.....29
<b>ÉVETTE André</b>	<b>THIREL Guillaume</b>
LESSEM.....12,13	HYCAR.....16
<b>HUMBERT Jean-François</b>	<b>TOURMENT Rémy</b>
iEES.....19	RECOVER.....33, 34
<b>LEBLOIS Étienne</b>	<b>TOURNEBIZE Julien</b>
RiverLy.....23	HYCAR.....25
<b>LOCONTO Allison Marie</b>	<b>WITTNER Christophe</b>
LISIS.....9	GESTE.....21
<b>LOMBARD-LATUNE Rémi</b>	
REVERSAAL.....30	

## Index des unités INRAE

<b>DIVaC</b>	Direction Innovation, Valorisation, Contractualisation (ex-Irstea).....33
<b>EABX</b>	Écosystèmes aquatiques et changements globaux.....14,18
<b>ETNA</b>	Érosion torrentielle, neige et avalanches.....28
<b>G-EAU</b>	Gestion de l'eau, acteurs, usages.....15, 17, 20, 24
<b>GESTE</b>	Gestion territoriale de l'eau et de l'environnement.....21
<b>HYCAR</b>	Hydrosystèmes continentaux anthropisés : ressources, risques, restauration).....16, 25, 32
<b>iEES</b>	Institut d'Écologie et des Sciences de l'Environnement de Paris.....19
<b>ITAP</b>	Information, technologies, analyse environnementale, procédés agricoles.....8, 10,11
<b>LESSEM</b>	Laboratoire des écosystèmes et sociétés en montagne.....12,13
<b>LISIS</b>	Laboratoire Interdisciplinaire Sciences Innovations Sociétés.....9
<b>RECOVER</b>	Risques, Écosystèmes, Vulnérabilité, Environnement, Résilience.....26, 28, 29, 33, 34
<b>REVERSAAL</b>	Réduire, valoriser, réutiliser les ressources des eaux résiduaires.....30,31
<b>RiverLy</b>	Fonctionnement des hydrosystèmes.....23, 27
<b>TSE-R</b>	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
DGACTA	Tunisie	15
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 (minist. agric.)	Tunisie	15, 29
MELCC (minist. environn.)	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 [WB]	3, 7, 17, 34
Clean Energy Group	27
Coyne & Bellier [CFBR] / 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 Energies: Groupe Total (division RSE) & Total E&P Absheron (Bakou)	14

# Index des abréviations, sigles et acronymes

APP ou [E]APP	<a href="#">[Expertise &amp;] Appui aux Politiques Publiques</a>
AFD	<a href="#">Agence Française du Développement</a>
AFFED	<a href="#">Association Française pour l'Eau, l'Irrigation et le Drainage</a>
ANTAM	<a href="#">Asian &amp; Pacific Network for Testing of Agricultural Machinery</a>
BM [WB]	<a href="#">Banque Mondiale [World Bank]</a>
BRLI	<a href="#">Bas-Rhône &amp; Languedoc Ingénierie, groupe BLR</a>
BTSF	<a href="#">Better Training for Safe Food</a>
CENELEC	<a href="#">Comité Européen pour la Normalisation ELECTrotechnique, UE</a>
CEPMMT	<a href="#">Centre Européen pour les Prévisions Météorologiques à Moyen Terme</a>
CEWP	<a href="#">China-Europe Water Platform</a>
CFBR	<a href="#">Comité Français des Barrages &amp; Réservoirs</a>
CICOS	<a href="#">Commission Internationale du Bassin Congo-Oubangui-Sangha</a>
CIRAD	<a href="#">Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement</a>
CLS	<a href="#">Collecte Localisation Satellites</a>
CMVOA	<a href="#">Cellule ministérielle de veille opérationnelle et d'alerte, ministère de l'Environnement</a>
CNES	<a href="#">Centre National d'Études Spatiales</a>
CNR	<a href="#">Compagnie Nationale du Rhône</a>
COGIC	<a href="#">Centre Opérationnel de Gestion Interministérielle des Crises, ministère de l'Intérieur</a>
CoOPLAaGE	<a href="#">Coupler des outils Ouverts et Participatifs pour Laisser les Acteurs s'adapter pour la Gestion de l'Eau</a>
COSTEA	<a href="#">COmité Scientifique et Technique de l'Eau Agricole</a>
CSAM	<a href="#">Centre for Sustainable Agricultural Mechanization, ONU</a>
DGBGTH	<a href="#">Direction Générale des Barrages &amp; des Grands Travaux Hydrauliques (Agridata Tunisie)</a>
DGD	<a href="#">Direction (ou Directeur/Directrice) Général(e) Délégué(e)</a>
DG-DEVCO	<a href="#">Direction Générale - Développement et Coopération internationale, UE</a>
DG/ACTA	<a href="#">Direction Générale de l'Aménagement et de la Conservation des Terres Agricoles Tunisienne</a>
DIAEA	<a href="#">Direction de l'Irrigation et de l'aménagement de l'espace agricole, Ministère de l'Agriculture du Maroc</a>
EICMWF	<a href="#">European Centre for Medium-Range Weather Forecasts</a>
Enges	<a href="#">École Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg</a>
ERCC	<a href="#">Emergency Response Coordination Centre/Centre de coordination de la réaction d'urgence, UE</a>
ESA	<a href="#">Environmental Services Association</a>
ESCAP	<a href="#">Economic &amp; Social Commission for Asia and the Pacific, ONU</a>
ETSI	<a href="#">European Telecommunications Standards Institute, UE</a>
FAO	<a href="#">Food &amp; Agriculture Organization, ONU</a>
FEICOM	<a href="#">Fonds Spécial d'Équipement et d'Intervention Intercommunale, Cameroun</a>
FEXTE	<a href="#">Fonds pour Expertise technique et partage d'expériences, AFD</a>
FFEM	<a href="#">Fonds Français pour l'Environnement Mondial</a>
FRH	<a href="#">Flanders Hydraulics Research</a>
GEMI	<a href="#">Gouvernance de l'Eau dans le Mbam et Inoubou</a>
HET	<a href="#">Hole Erosion Test</a>
Gescod/Ircod	<a href="#">Grand Est Solidarités &amp; Coopérations pour le Développement (Institut régional coopération et développement)</a>
IRD	<a href="#">Institut de Recherche pour le Développement</a>
ISF	<a href="#">Ingénieurs Sans Frontières</a>
IWHR	<a href="#">Institute of Water resources &amp; Hydropower Research, Chine</a>
IWMI	<a href="#">International Water Management Institute</a>
KWL	<a href="#">Kerr Wood Leidal</a>
MARHP	<a href="#">Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche de Tunisie</a>
MELCC	<a href="#">Ministère de l'Environnement et de la lutte contre les Changement Climatiques, Canada</a>
MIRA	<a href="#">Multi-cluster/sector Initial Rapid Assessment</a>
MRC	<a href="#">Mekong River Commission / Commission du fleuve Mékong</a>
NASA	<a href="#">National Aeronautics &amp; Space Administration</a>
OIEau	<a href="#">Office International de l'Eau</a>
ORMVA	<a href="#">Office Régional de Mise en Valeur Agricole, Maroc</a>
PACTE	<a href="#">Programme d'Adaptation au Changement climatique des Territoires ruraux de Tunisie</a>
PIA	<a href="#">Programme d'Investissement pour l'Avenir</a>
PLANISSIM	<a href="#">Planification de l'AssaiNISsement par Simulation et Modélisation</a>
PNEEI	<a href="#">Programme National d'Économie de l'Eau en Irrigation</a>
pS-Eau	<a href="#">Programme Solidarité-Eau</a>
RAP et RMP	<a href="#">Riparian Action Programme et Riparian Monitoring Programme, ville de Calgary, Canada</a>
RPC	<a href="#">République Populaire de Chine</a>
SDEA	<a href="#">Syndicat Départemental des Eaux et de l'Assainissement, Alsace-Moselle</a>
SEEN	<a href="#">Service Expérimentations, Essais et Normalisation (DIAEA), ministère de l'Agriculture du Maroc</a>
SET	<a href="#">Sciences, Eau &amp; territoires, la revue d'INRAE</a>
STEP	<a href="#">STation d'ÉPuration des eaux usées</a>
SWOT	<a href="#">Surface Water and Ocean Topography</a>
SYCOMI	<a href="#">SYndicat des eaux des COmmunes du Mbam et Inoubou</a>
SYKE	<a href="#">Suomen ympäristökeskus   Finnish Environment Institute   Institut finlandais de l'environnement</a>
UNDAC	<a href="#">United Nations Disaster Assessment &amp; Coordination</a>
UNDP [PNUD]	<a href="#">United Nations Development Programme / Programme des Nations Unies pour le Développement</a>
UNEP [PNUE]	<a href="#">United Nations Environment Programme / Programme des Nations unies pour l'Environnement</a>
UNO [ONU]	<a href="#">Organisation des Nations Unies [United Nations Organization]</a>
UNOCHA	<a href="#">United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs</a>
WaSaf	<a href="#">Water Sources in Africa</a>
WasteWAG	<a href="#">WasteWATER Game</a>
WWF	<a href="#">World Wide Fund for Nature / Fonds Mondial pour la Nature</a>
WSCS	<a href="#">World Sturgeon Conservation Society</a>





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**