



UNIONE EUROPEA
UNION EUROPÉENNE

*Objectif Coopération territoriale européenne
France-Italie (Alpes)
2014-2020*



Projet « REsilience des BArrages »
“RESBA”

DESCRIPTION TECHNIQUE DETAILLEE

A. PRESENTATION DU PARTENARIAT	4
<i>Région Autonome de la Vallée d'Aoste</i>	4
<i>Région Piemont</i>	4
<i>Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA)</i>	5
<i>Polytechnique de Turin</i>	5
<i>Ville Métropolitaine de Turin</i>	6
<i>Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Rhône-Alpes</i>	7
<i>Préfecture de la Savoie</i>	8
<i>Enel s.p.a</i>	8
B. CONTEXTE DE LA COOPÉRATION TRANSFRONTALIÈRE	9
<i>Origine du projet / problématiques rencontrées</i>	9
<i>Zone d'intervention</i>	9
<i>Besoins exprimés</i>	10
C. LE PROJET	11
1. Références au programme Alcotra.....	11
2. Objectif général	12
3. Objectifs spécifiques et typologie d'actions prévus	12
4. Typologies d'actions prévues et résultats attendus	14
5. Groupes d'activités (WP)	15
6. Description des groupes d'activités.....	15
WP 0. Prédiposition du projet.....	15
WP 1. Gouvernance et gestion administrative.....	15
WP 2. Communication.....	16
2.1 Séminaires et forums transfrontaliers.....	17
2.2 Activités d'enseignement et de formation sur le renforcement de la résilience dans les écoles visant à un échantillon d'élèves de l'enseignement secondaire du second degré.	17
2.3 Développement d'un schéma-type de plan d'urgence pour les bassins de retenue.....	18
2.4 Actions de promotion et diffusion des résultats et des produits et des activités mises en œuvre et testées dans WP4	19
2.5 Actions d'évaluation de l'efficacité des activités du WP3 et WP4 par des indicateurs	19
WP 3. Vulnérabilité et vigilance des barrages	20
3.1. Enquête, traçabilité et base de données des accidents, des incidents et des presque accidents de barrages.....	20
3.2. Etude des impacts des aléas naturels de la zone Franco-Italienne sur la vulnérabilité des barrages	22
3.3. Evaluation de la vulnérabilité des barrages dans la zone Franco-Italienne	26
3.4. Méthodes innovantes d'auscultation des barrages.....	33
WP 4. Evaluation des conséquences de l'onde de crue et actions pilotes sur le territoire.....	36
4.1 Création d'un cadre de connaissances sur l'estimation des volumes de crue. Méthodes d'évaluation probabilistes des volumes de crue. Application de la méthodologie dans la préparation d'un plan d'écroulement	36
4.2 L'évaluation des conséquences de l'onde de crue suite à la rupture d'un barrage dans la région de montagne, collinaires et de plaine	37
4.3 Préparation d'un plan d'urgence et mise en œuvre d'un exercice de protection civile pour un barrage en territoire transfrontalier (barrage du Mont-Cenis).....	39
4.3.1 Création et diffusion d'outils d'information partagés au but d'élaborer et gérer le Plan d'urgence de la digue du Mont-Cenis.....	40
4.3.2 Conception et production de contenus et d'outils pour différents publics cibles, visant la diffusion efficace du Plan d'urgence du barrage du Mont-Cenis.....	41
4.3.3 Conception et mise en œuvre d'activités de formation pour les différents acteurs impliqués dans le Plan d'urgence du barrage du Mont-Cenis par des outils éducatifs et de formation novateurs.....	43

4.3.4 Conception et mise en œuvre d'un exercice transfrontalier de vérification des procédures d'urgence adoptées - Définition et application d'outils d'évaluation de l'efficacité ex - ante / ex-post..45

D. Plan de financement et budget46

A. PRESENTATION DU PARTENARIAT

Région Autonome de la Vallée d'Aoste

La Région autonome Vallée d'Aoste, par le biais du Département Ouvrages Hydrauliques :
gère les processus relatifs aux délivrances d'autorisations, au contrôle et à la surveillance de la gestion et de la construction de digues et de barrages ;

gère toutes les actions structurelles relatives à la protection du territoire régional contre les crues des principaux cours d'eau, compte tenu du niveau de risque acceptable, et procède notamment aux opérations suivantes : définition des besoins en termes de nouveaux systèmes de protection contre les crues des principaux cours d'eau et détermination des interventions à réaliser pour l'entretien, l'achèvement et l'intégration des systèmes de protection existants ;

gestion des activités techniques et administratives relatives à la conception, à l'exécution, à la direction, à l'assistance et au contrôle des travaux de réalisation d'ouvrages de protection contre les crues des principaux cours d'eau, ainsi que des travaux visant la protection, la sauvegarde et la requalification desdits cours d'eau, de leurs annexes et de leurs bandes fluviales ;

collabore aux activités inhérentes à la protection du sol, à la vérification des délimitations des zones présentant des risques hydrauliques proposées par les communes et en général de tous les processus nécessitant l'évaluation de risques hydrauliques ;

procède à la collecte et à la gestion des données de son ressort dans le cadre du Système régional d'information territoriale.

Région Piémont

Suite à la Loi 183/1989, le Département de l'Aménagement et Protection du Sol – Dignes (Direction Travaux publics, Protection du Sol, Economie de la Montagne et des Forêts) de la Région Piémont gère les compétences régionales relatives au contrôle et à la surveillance des barrages artificiels pour le stockage d'eau. A partir de 1989, la Région Piémont a abordé ces questions à des moments différents par le biais des lois régionales suivantes : L.R. 23/1991, L.R. 58/1995, L.R. 49/1996, L.R. 25/2003.

Au fil des ans, plusieurs recensements ont été effectués afin d'identifier les barrages présents sur le territoire piémontais : on a ainsi recensé environ 900 barrages, la plupart dédiés à l'irrigation. Le Département autorise le fonctionnement des ouvrages existants, la conception de nouveaux ouvrages, leur modification et leur entretien. Il effectue aussi les visites techniques sur place et la surveillance des travaux.

Le secteur a pour objet la prédisposition des plans de laminage et des plans d'urgence ; il est compétent pour l'approbation des projets de gestion du matériel sédimenté dans les retenues.

Le Département a également rédigé deux manuels techniques de référence pour les professionnels du secteur et a organisé au niveau national des congrès techniques et administratifs focalisés sur les barrages artificiels.

Pour la période 2010-2015, la Région Piémont est chef de file des régions italiennes pour les questions «environnement» et «protection du sol» dans les rapports avec le gouvernement central.

Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA)

Irstea est un organisme de recherche qui, depuis plus de 30 ans, travaille sur les enjeux majeurs d'une agriculture responsable et de l'aménagement durable des territoires, la gestion de l'eau et les risques associés, sécheresse, crues, inondations, l'étude des écosystèmes complexes et de la biodiversité dans leurs interrelations avec les activités humaines.

Irstea travaille sur la mise au point de méthodologies, de modèles et d'outils pour le diagnostic, l'évaluation de la sécurité et l'analyse de risques liés aux barrages, aux digues et aux risques naturels en montagne. La pathologie des ouvrages, l'étude de leurs processus de ruine, l'étude des aléas naturels de montagne et les moyens de prévention sont au coeur des travaux de recherche. Ces activités, du fait de leur large étendue disciplinaire, sont structurées autour de cinq axes de recherche - génie civil, aléa, géosynthétiques, géomécanique et aide à la décision - qui mobilisent chacun des ingénieurs, chercheurs et techniciens.

Irstea possède des forts liens historiques avec le Ministère chargé de l'Environnement à travers ses actions d'expertise et méthodologiques conduites pour le compte de ce même Ministère. Ainsi une convention entre le Ministère chargé de l'Environnement et Irstea existe depuis longtemps et traite de l'appui technique aux services de contrôle de la sécurité des ouvrages hydrauliques et de la gestion et la maintenance des systèmes d'information sur les avalanches.

Dans le cadre de cette convention, Irstea met en place des actions d'appui aux services régionaux de l'Etat : les DREAL (Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) et des actions auprès des services centraux du Ministère.

Les principales actions menées sont les suivantes :

- des expertises techniques pour le compte des DREAL sur les barrages et les digues ;
- des appuis méthodologiques, de recherche et de développement pour le compte des DREAL et du Ministère chargé de l'Environnement : recommandations techniques, bases de données, etc. ;
- des actions de formation pour les personnels des DREAL ;
- des aides aux définitions des politiques publiques de l'État pour le compte du Ministère chargé de l'Environnement ;
- la gestion et la maintenance des systèmes d'information sur les avalanches.

Polytechnique de Turin

Le Polytechnique de Turin est une «université de recherche" reconnue comme un centre d'excellence au niveau mondial dans les domaines de recherche admissibles architecture et d'ingénierie. La mise en valeur des zones d'excellence, l'investissement sur les questions

frontalières, mais aussi le soutien continu de la recherche curiosity driven permet un mélange vertueux de la recherche fondamentale et appliquée. L'Ecole polytechnique est déterminé à renforcer sa participation à des projets de recherche européens, nationaux et régionaux. L'engagement dans le projet sera de deux départements, DIATI (Département de l'Environnement Ingénierie, des terres et des infrastructures) et DISEG (Ingénierie structurale, edile et géotechnique).

Le DIATI est la structure de référence de l'Université pour les technologies visant à la préservation, la protection et la gestion de l'environnement et de la terre, de l'utilisation durable des ressources et le développement optimisé et l'infrastructure écologique et les systèmes transport.

DISEG est la structure de référence de l'Université dans les domaines culturels qui étudient les problèmes liés à la sécurité et à la conception fonctionnelle et formelle des bâtiments, à la lumière des actions environnementales et l'homme et ' l'intégration avec l'environnement naturel et bâti, dans son unicité et à l'égard du territoire.

DISEG promeut, coordonne et gère la recherche fondamentale et appliquée, la formation, le transfert de technologie et les services sur le territoire dans les domaines de l'ingénierie structurale, géotechnique, architecture, des constructions, science, technique, de la conception et production de la construction. DISEG, entre autres, participe à la recherche de nouvelles méthodes pour assurer un niveau adéquat de sécurité structurale aux infrastructures, y compris les barrages en définissant des mesures suffisamment stables pour la robustesse des structures existantes.

Ville Métropolitaine de Turin

La ville métropolitaine de Turin est un organisme public qui a récemment hérité des fonctions administratives de son prédécesseur appelé la Province de Turin (maintenant supprimé). Il effectue les tâches suivantes:

- la mise à jour annuelle du Plan stratégique de la région métropolitaine;
- la gestion et l'organisation coordonnée des services publics d'intérêt général;
- la planification globale, y compris les médias, les réseaux, les services et l'infrastructure de la communauté métropolitaine d'intérêt commun;
- la mobilité et la viabilité, notamment en assurant la compatibilité et la cohérence avec la planification urbaine de la municipalité;
- la promotion et la coordination du développement économique et social, les systèmes d'information et la numérisation dans les zones métropolitaines;

En particulier, le Service de la protection civile a les tâches suivantes:

- la création et la mise à jour des plans municipaux de protection civile en ce qui concerne les risques naturels et humains;
- la gestion du système d'alerte météo à l'échelle locale (avec les municipalités);
- la prévention des risques grâce à la formation et la communication;

- participation avec d'autres organes administratifs pour la gestion des crises, en fournissant un soutien aux 315 municipalités.
- l'organisation et la promotion des simulation de protection civile.

Grâce à l'analyse des facteurs environnementaux et anthropiques (pour la mise à jour constante du système d'information géographique dédié à ce sujet), la ville métropolitaine de Turin a une expérience de plus de 20 ans dans la prévention et la gestion des situations d'urgence causées par des catastrophes naturelles et des facteurs anthropiques.

En collaboration avec la Préfecture de Turin et avec les autorités locales concernées, le Service de la protection civile, fournit un appui technique pour la préparation de:

- Plans d'urgence externes (entreprises avec risque d'accident majeur. - Décret législatif n ° 105/2015)
- Plans d'urgence Barrages
- Plans d'urgence tunnels ferroviaires

Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Rhône-Alpes

La DREAL participe au projet en tant que partenaire associé (associé à l'IRSTEA). Sous l'autorité du préfet de région et des préfets de départements, elle participe à la mise en œuvre et à la coordination des politiques publiques de l'État en matière de :

- développement et aménagement durable,
- transition écologique
- lutte contre le changement climatique,
- préservation de la qualité des milieux (eau, air, sol), de la biodiversité et des paysages,
- prévention des pollutions, des risques et des nuisances
- logement, construction et rénovation urbaine
- transports et infrastructures

en recherchant la cohérence entre ces enjeux.

La DREAL contribue également à l'information, l'éducation des citoyens sur les enjeux du développement durable, à leur sensibilisation aux risques, et elle participe à l'émergence d'une économie verte et équitable.

La DREAL élabore ou collabore des documents-cadre, elle exerce directement diverses polices spéciales, elle émet des avis dans le cadre de procédures réglementaires, elle produit ou publie des données ou informations. Au sein des WP2 et WP4 du projet, la contribution du Service de Contrôle de la Sécurité des Ouvrages Hydrauliques de la DREAL comprendra les participations actives aux réunions de travail et séminaires entre les acteurs français et italiens relatives aux questions liées à la protection civile autour du barrage du Mont Cenis dont le service assure le contrôle de la sécurité.

Au sein du WP3, la contribution du Service de Contrôle de la Sécurité des Ouvrages Hydrauliques se fera par l'ouverture de ses archives au partenaire IRSTEA pour conduire l'enquête technique prévue au démarrage du projet sur les barrages ayant connu des pathologies. Par ailleurs, le Service de Contrôle de la Sécurité des Ouvrages Hydrauliques est très intéressé par les avancements et développements techniques prévus au WP3 et WP4 et assistera aux réunions de restitution des livrables.

Préfecture de la Savoie

La Préfecture participe au projet en tant que partenaire associé (associé à l'IRSTEA). La préfecture a la charge de l'ordre public et de la protection des populations : maintien de l'ordre, protection des personnes et des biens, prévention et traitement des risques naturels ou technologiques. Il a donc un rôle essentiel dans la régulation des conflits et des tensions ainsi que dans la gestion des crises.

Cette mission vise à favoriser le développement harmonieux de la vie économique, sociale et culturelle du département. La programmation des fonds structurels européens ou nationaux en constitue un des axes privilégiés. Sa contribution portera sur les WP2 et WP4 du projet. Dans ce cadre, le Service de la Protection Civile de la Préfecture Rhône Alpes prévoira des participations actives aux réunions de travail et séminaires entre les acteurs français et italiens relatives aux questions liées à la protection civile autour du barrage du Mont Cenis.

De façon générale pour l'ensemble du projet RESBA, Le Service de la Protection Civile de la Préfecture Rhône Alpes pourra être consultée par les partenaires du projet et fera porteur de l'expression du besoin de l'administration française chargée de la protection civile autour des barrages.

Enel s.p.a

Enel participe au projet en tant que partenaire associé (associé à la Ville Métropolitaine de Turin). Enel sp.a est un Groupe énergétique international et l'un des principaux opérateurs mondiaux intégrés dans les secteurs de l'électricité et du gaz, avec un accent particulier sur l'Europe et l'Amérique latine. Le Groupe est présent dans plus de 30 pays sur 4 continents, produit de l'énergie grâce à une capacité nette installée de plus de 89 GW et distribue de l'électricité et du gaz sur un réseau d'environ 1,9 millions de kilomètres. Enel est fortement impliqué dans les énergies renouvelables, dans la recherche et le développement de nouvelles technologies respectueuses de l'environnement. Enel Green Power (EGP) est la société du Groupe Enel cotée sur la Bourse et dédié à la production d'énergie renouvelable qui gère plus de 10 GW de capacité installée de systèmes d'eau, le vent, la géothermie, le solaire, la biomasse et la cogénération en Europe, dans les Amériques et en Afrique. Parmi les entreprises opérant dans le secteur mondial des énergies renouvelables, Enel Green Power a le plus haut niveau de diversification technologique.

Enel exploite une large gamme de centrales : hydroélectrique, thermoélectrique, nucléaire, géothermique, éolienne, solaire et d'autres sources renouvelables. Plus de 47% de l'électricité Enel a généré en 2014 était dépourvu des émissions de dioxyde de carbone, qui fait du Groupe l'un des principaux producteurs d'énergie propre. ENEL a tout intérêt à être partenaire associé du projet

RESBA et, en tant que responsable de la gestion du barrage de Mont Cenis, est déterminé à participer activement sous forme à convenir, dans les activités prévues dans le projet.

En particulier, il sera impliqué dans WP2 et WP4 pendant l'exercice de la protection civile sur le barrage du Mont-Cenis.

Plus généralement, l'ENEL contribuera à la mise en œuvre du plan d'urgence, et il va bénéficier et diffuser les résultats du projet concernant la méthodologie nationale sur l'estimation de la vulnérabilité des barrages et les techniques de surveillance développées dans WP3

B. CONTEXTE DE LA COOPÉRATION TRANSFRONTALIÈRE

Origine du projet / problématiques rencontrées

Les barrages transfrontaliers de montagne, quelles que soient leurs dimensions, présentent des risques considérables pour les populations et les biens présents en aval (zones urbanisées, zones à haute fréquentation touristique), en raison du risque de défaillance ou de rupture associé à un pouvoir destructif très élevé. Les barrages alpins et en moyenne montagne sont exposés à des aléas spécifiques qui demandent des méthodologies de conception spécifiques, une évaluation soignée de leur vulnérabilité face aux aléas hydrogéologique (éboulements et inondations) et sismique présents sur les zones où ils se situent. Ces ouvrages nécessitent des activités d'étroite surveillance. Même s'il existe des méthodes, des procédures et des outils pour l'analyse de ces risques potentiels et des évaluations des conséquences de l'onde de crue, les progrès à réaliser restent encore nombreux. Il suffit de penser : i) à l'aléa hydrogéologique pour lequel il existe des modèles au niveau régional qu'il faudrait harmoniser et partager dans le territoire transfrontalier franco-italien, ii) l'aléa sismique qui prévoit des méthodes d'évaluation trop complexes et coûteuses pour des ouvrages de petites dimensions ou iii) l'aléa chute de blocs rocheux appréhendé avec des méthodes très imprécises pour l'évaluation de la vulnérabilité des ouvrages exposés aux chutes de pierres. Par ailleurs, la population qui vit à proximité ou en aval des barrages manque d'une connaissance adéquate sur ce sujet et se trouverait en grande difficulté en cas de mise en œuvre d'un plan d'urgence lié à la défaillance d'un barrage. Il faut donc développer des moyens de communication adéquats en matière de protection civile, grâce à des méthodes et à des outils qui soient en mesure de cibler les personnes soumises aux risques, en évitant autant que possible une information trop technique qui n'arrive pas à atteindre et impliquer les personnes concernées.

Zone d'intervention

L'approche mise en œuvre dans le projet RESBA pour relever les défis communs au territoire transfrontalier est une approche intégrée. D'un côté, on cherchera à capitaliser les résultats obtenus avec le projet RISBA afin de mettre à jour et augmenter les informations historiques sur les ruptures ou les accidents de barrages dans le territoire transfrontalier et, de l'autre, on élaborera des méthodologies d'évaluation de la vulnérabilité des barrages et des territoires en aval à l'aide de

technologies innovantes. À partir du développement de méthodes pour l'évaluation probabiliste des volumes de crue, à travers l'application des résultats pour la rédaction des programmes d'écrêtement des crues, on visera à définir les actions de gestion des barrages et d'évaluation des débits en aval de ces ouvrages. L'élaboration et le partage des résultats entre les partenaires permettront de former non seulement les personnels techniques et les professionnels du secteur, mais également les administrateurs locaux et les personnels impliqués dans la gestion des barrages, de manière à augmenter la résilience du territoire. C'est dans cette optique que le projet RESBA souhaite associer un large public de la société civile, en sensibilisant également les élèves des écoles secondaires et en impliquant directement la population dans la réalisation d'un Plan d'urgence sur le grand barrage transfrontalière du Mont- Cenis. Le barrage hydroélectrique du Mont-Cenis a des caractéristiques uniques dans le contexte du territoire transfrontalier : de dimensions très importantes (plus de 300 millions de m³ d'eau stocké – 6ième plus grande retenue de France), il se situe entièrement sur le territoire français, à une altitude légèrement inférieure à 2 000 m, mais les effets principaux d'une rupture éventuelle du barrage concerneraient presque exclusivement le territoire italien. La réalisation d'une telle action de Protection Civile, relativement à un barrage de très grande taille et sur un territoire très peuplé incluant la métropole de Turin, est une action complètement unique en France et en Italie.

Besoins exprimés

Les barrages dans la zone transfrontalière France – Italie présentent des caractéristiques communes propres à leur localisation en secteur de l'arc Alpin de montagne ou collinaire, avec des implantations en zone de haute montagne entre 1500 m et 3000 m d'altitude ou en zone collinaire au pied du massif alpin entre 500 et 1500 m d'altitude. Selon leur localisation en zone de moyenne à haute altitude, le parc de barrages de la zone transfrontalière France – Italie peut être classé en 3 principales catégories :

- Un parc de petits à moyens barrages compris entre 3 à 15 m de hauteur, stockant des volumes d'eau modestes (quelques dizaines de milliers de m³), situé en zone collinaire de moyenne altitude, à usage essentiellement agricole. Ce parc est constitué de plusieurs centaines de barrages en France et en Italie, gérés par des petites collectivités ou des associations d'agriculteurs. Ce parc de petits ouvrages présente une sécurité souvent perfectible, du fait d'une conception, réalisation et exploitation avec des moyens techniques et financiers limités. Ces ouvrages n'en constituent pas moins des enjeux de sécurité important, du fait de leur nombre très important et de leur position souvent en cascade sur le même cours d'eau ;
-
- Un parc de barrages d'altitude compris entre 10 et 20 m de hauteur, stockant des volumes d'eau intermédiaires (quelques dizaines à centaines de milliers de m³ d'eau) situé en zone de haute montagne dans les domaines des stations de ski, à usage essentiellement de production de neige de culture. Ce parc est constitué d'environ 200 barrages en France et en Italie, construits à partir des années 2000. Ces ouvrages sont exploités par des maitres d'ouvrage ayant des moyens adaptés pour concevoir, réaliser et exploiter de façon satisfaisante les ouvrages. Ces ouvrages constituent des enjeux forts, car ils sont vulnérables en zone de

haute montagne, difficiles à surveiller en hiver, et dominant les stations de ski à forte occupation humaine en hiver et été ;

- Un parc de très grands barrages en altitude, à usage de production d'hydroélectricité. Ce parc est constitué de quelques dizaines de grands barrages de plus de 20 m de hauteur en France et en Italie, stockant des volumes d'eau très importants (plusieurs millions de m³). Les exploitants sont essentiellement les deux principales sociétés nationales de production électrique EDF et ENEL. Ces ouvrages ont été conçus, réalisés et sont exploités de façon optimale. Les enjeux de sécurité sont immenses et nécessitent une organisation minutieuse du contrôle et de la protection civile. Pour le cas du barrage de Mont Cenis implanté en France et dominant l'agglomération de Turin, les enjeux sont partagés entre la France et l'Italie.

Dans un territoire commun, avec des problématiques similaires, les projets de coopération territoriale transfrontalière constituent un important instrument pour mettre en relation les expériences techniques et scientifiques des différents partenaires. Au cours du projet RISBA, les occasions de partage sont devenues de plus en plus fréquentes, permettant ainsi d'augmenter avec une énorme satisfaction les collaborations sur les onze actions de projet prévues et d'élaborer conjointement les méthodologies d'analyse et de contrôle qu'il faut approfondir ou améliorer. Ayant consolidé la coopération transfrontalière lors de la Programmation précédente et ayant créé des outils communs d'analyse et de contrôle des barrages, il est impératif de bénéficier du savoir-faire de chaque membre du partenariat de manière à progresser dans l'augmentation de la connaissance, dans la gestion des risques et dans l'amélioration de la communication avec l'implication du grand public. Avec RESBA, en effet, on entend construire des systèmes et des procédures pour la coordination sur le terrain des actions transfrontalières de prévention du risque des digues, de protection civile et de gestion des situations d'urgence, en continuant à consacrer une attention toute particulière à la mise en sécurité des ouvrages.



Exemples en France et Italie d'un petit barrage agricole, d'un barrage altitude pour la neige de culture et d'un barrage hydroélectrique

C. LE PROJET

1. Références au programme Alcotra

Le projet RESBA naît de la volonté d'approfondir la connaissance des risques liés à la présence de barrages sur les territoires alpins et à améliorer la prévention, la communication et la gestion de la

sécurité des territoires en aval des barrages à l'aide de procédures adéquates de protection civile, afin d'augmenter la résilience du territoire. L'objectif général est d'augmenter la connaissance, former les personnels techniques, sensibiliser les administrateurs locaux et le grand public aux barrages quant à la gestion et à la prévention des risques qui en découlent. Il est étroitement lié à l'Objectif Spécifique du Programme Opérationnel du P.O. puisque :

- des actions de connaissance et de gestion des risques seront mises en œuvre afin d'évaluer la vulnérabilité des barrages dans la zone transfrontalière et de développer des systèmes de contrôle innovateurs ;
- le grand public sera impliqué grâce au développement d'une stratégie d'information et de communication, à des activités de formation ciblées et à des exercices de protection civile binationaux sur le barrage du Mont-Cenis en tant que zone pilote pour expérimenter les modalités de réponse des collectivités locales et de la population impliquée dans la réalisation du plan d'urgence ;
- la culture du risque sera renforcée grâce à l'amélioration des instruments d'information existants et de la communication avec la population, ainsi que des interventions de formation spécifiques sur le plan d'urgence ;
- des méthodes et des outils communs d'évaluation des performances des barrages, de la conformité et de la résilience territoriale en situation de crise, seront créés.

2. Objectif général

Le projet RESBA naît de la volonté d'approfondir la connaissance des risques liés à la présence de barrages sur les territoires alpins et à améliorer la prévention, la communication et la gestion de la sécurité des territoires en aval des barrages à l'aide de procédures adéquates de protection civile, afin d'augmenter la résilience du territoire. L'objectif général est d'augmenter la connaissance, former les personnels techniques, sensibiliser les administrateurs locaux et le grand public aux barrages quant à la gestion et à la prévention des risques qui en découlent.

3. Objectifs spécifiques et typologie d'actions prévus

1. Augmentation du niveau de sécurité des barrages transfrontaliers (WP3)

Description : les activités prévues dans le WP3 visent à accroître la connaissance sur la vulnérabilité des barrages transfrontaliers et améliorer leur surveillance. Au démarrage, le WP3 prévoit une enquête sur les barrages de l'arc transfrontalier et une base de données relative aux accidents et presque accidents de barrages. Cette enquête permettra l'étude des aléas naturels spécifiques de l'arc alpin - hydrologique, séismes et chute de blocs – impactant les barrages et le développement de modèles spécifiques, le développement de méthodes d'évaluation de la vulnérabilité des barrages et le développement de méthodes innovantes d'auscultation des barrages.

Objectif de communication : Informer et former les personnels techniques, les professionnels et les exploitants des barrages (WP 2.3, 2.4). Etant donné le contenu technique de haut niveau du WP3 et l'objectif de partager largement les informations, on prévoit de diffuser les connaissances développées à un public expert dans le secteur des ouvrages hydrauliques, afin que les personnels techniques du secteur s'approprient les résultats. Les personnes concernées sont les professionnels indépendants qui conçoivent de nouveaux ouvrages ou remettent à niveau d'anciens ouvrages, les centres de recherche, les exploitants des barrages et les personnels techniques des collectivités et des administrations chargées du contrôle et de la surveillance de ces ouvrages.

Instruments de communication : 6 rencontres internes des partenaires du projet sont prévues pour partager la progression des différentes activités et les résultats. Au cours des années 1 et 2 du projet, deux séminaires seront organisés en France et Italie pour réunir les acteurs locaux de la montagne et des vallées de l'arc Alpin : les administrations de l'Etat, les collectivités locales, les associations de la nature et de la société civile, les représentants professionnels, etc. Ces séminaires serviront à la direction du projet de comité de consultation détenteur de l'expression du besoin technique et de gestion. En fin de projet, deux congrès en France et en Italie ouverts à la profession des barrages seront organisés afin de présenter les résultats finaux .

2. Renforcer la culture de la prévention du risque en impliquant le grand public (WP4)

Description : les actions prévues dans le WP4 concernent la prévention du risque dans les zones en aval des barrages. Les populations qui habitent dans les zones urbanisées impliquées dans le plan d'urgence nécessitent de faire l'objet d'actions de formation et de diffusions d'informations liées au risque causé par les barrages (rupture éventuelle, manœuvres sur les organes de vidange). L'objectif principal est d'améliorer la réponse des structures opérationnelles de protection civile (collectivités locales et régionales, administrations) pour renforcer la culture de la prévention avec l'implication des populations concernées.

Objectif de communication : rapprocher le grand public de cette thématique et le sensibiliser aux risques naturels et humains liés aux barrages ainsi qu'à leur gestion afin de renforcer la culture de prévention du risque et d'augmenter la résilience (WP 2.1-2.2). Une importante activité de formation est prévue à destination des différentes cibles destinataires des résultats du projet, constitués des administrateurs et élus locaux, des services techniques communaux, des associations et des bénévoles, des exploitants des barrages sensibles sur le territoire à risque (écoles, entreprises, structures sanitaires et sociales, établissements touristiques/d'hébergement). Les administrations territoriales et de l'Etat concernées par la gestion des risques des barrages sont associées à toutes ces actions.

Annexe Technique RESBA : la capacité d'une collectivité à être résiliente dépend largement des moyens de communication mis en œuvre relativement au risque à gérer. Pour permettre la communication sur le risque lié aux barrages, on prévoit : i) la numérisation du plan d'urgence et sa diffusion sur une plate-forme informatique ouverte à tous les acteurs institutionnels et opérationnels impliqués dans la gestion du risque, ii) le développement d'un système innovateur de communication des alertes et iii) la préparation de dossiers d'information spécifiques et différenciés par cible de destinataires qui seront remis lors des activités de formation sur le risque des barrages.

4. Typologies d'actions prévues et résultats attendus

1. Système d'évaluation transfrontalier innovateur pour l'estimation de la vulnérabilité et pour le contrôle des barrages

En France et en Italie, l'évaluation de la vulnérabilité des barrages liés aux problématiques intrinsèques aux ouvrages eux-mêmes ou découlant des risques naturels qui caractérisent le territoire, est fondamentale pour les exploitants et les propriétaires, ainsi que pour les collectivités chargées des activités de surveillance. Dans le cas d'événements pouvant faire craindre la défaillance ou la rupture de barrages, il est nécessaire de prévoir des mesures techniques d'urgence adéquates pour la gestion de la crise. Il est alors très important de disposer de méthodes et d'outils d'évaluation du niveau de sécurité des barrages, de la conformité aux réglementations techniques du domaine et de la réponse du système en cas d'urgence.

Les activités qui seront mises en œuvre pour augmenter la connaissance des phénomènes liés à la sécurité des barrages consistent dans la définition de procédures et de bonnes pratiques à utiliser pour l'évaluation du niveau de sécurité des ouvrages existants et pour la planification de nouveaux ouvrages à travers :

- une enquête des accidents et incidents enregistrés dans la zone des Alpes franco-italiennes ;
- une étude des impacts des aléas naturels des Alpes franco-italiennes sur la vulnérabilité des barrages ;
- une évaluation de la vulnérabilité des barrages des Alpes franco-italiennes ;
- des méthodes innovantes d'auscultation des barrages.

Environ 300 personnels techniques du secteur (professionnels indépendants, exploitants et personnels techniques des collectivités chargées de la surveillance des barrages) seront activement impliqués.

2. Implication et sensibilisation de la population exposée au risque d'effondrement des digues

En raison de leurs caractéristiques spécifiques, les Plans d'Urgence des barrages demandent une diffusion très large de l'alerte et de l'information aussi bien aux institutions qu'à la population. Pour les institutions, on prévoira l'installation d'outils informatiques spécifiques et partagés ; pour la population, on prévoira la rédaction d'un plan de communication spécifique prévoyant l'emploi de médias différents et utilisant des outils novateurs.

Pour améliorer la résilience de la zone ALCOTRA, de nouvelles technologies et des outils de communication seront testés afin de diffuser la culture du risque et induire le changement des comportements, surtout à l'égard du public non spécialiste, en favorisant l'échange des données et des services et en expérimentant des modalités de réponse à des risques naturels.

L'action est centrée sur la planification et la réalisation d'activités de formation adressées à un échantillon d'utilisateurs experts (professionnels indépendants, personnels techniques des

collectivités et opérateurs de protection civile) et à la population plus éloignée de cette problématique (étudiants, administrateurs et résidents des territoires impliqués dans le plan d'urgence).

300 personnes impliquées dans le plan d'urgence, 600 étudiants pour l'activité de formation et 150 personnes (volontaires de la protection civile et personnels institutionnels) seront impliqués pour l'exercice visant à valider le plan d'urgence.

5. Groupes d'activités (WP)

WP 0. Prédiposition du projet

WP 1. Gouvernance et gestion administrative

WP 2. Communication

WP 3. Vulnérabilité et vigilance des barrages

WP 4. Evaluation des conséquences de l'onde de crue et actions pilotes sur le territoire

6. Description des groupes d'activités

WP 0. Prédiposition du projet (le partenariat et plusieurs stakeholders)

La phase de préparation de la proposition de projet a impliqué un échange rapproché entre les partenaires impliqués, qui ont déjà travaillé ensemble pendant de nombreuses années. Cela a permis d'élaborer un projet commun qui inclut les informations contenues dans le programme opérationnel. L'idée du projet est née au cours de la phase finale de la programmation précédente. Une réunion physique s'est déroulée à Turin en juin 2015 et les échanges se sont intensifiés pour donner forme à la proposition de projet à partir de la fin septembre 2015. Pendant la préparation du projet, tant les partenaires Italiens que les partenaires Français ont réussi à contacter à multiples reprises les animateurs territoriaux chargés d'accompagner et soutenir la proposition du projet. Les activités du projet ont été détaillées durant le mois de novembre et décembre 2015 et on a fait de plusieurs réunions en visioconférence pour élaborer une proposition transfrontalière, en cherchant à consolider ce qui avait été fait dans le passé, notamment dans le projet RISBA relevant du cadre du programme 2007-2013 et en définissant des axes d'intervention nouveaux et innovants.

Deliverable : Proposition du projet

Durée de l'action: Juin 2015-Janvier 2016

WP 1. Gouvernance et gestion administrative (Réfèrent Région Vallée d'Aoste, participation des tous partenaires)

La coordination du projet implique tous les partenaires du projet, à travers la participation aux différentes réunions et séminaires (physique et par vidéoconférence) comprend les activités suivantes :

- organiser des réunions entre les partenaires pour l'exécution de plusieurs activités techniques prévues dans le projet ; à cet égard, on prévoit 6 réunions de projet. La première réunion servira à définir le calendrier général des activités du projet. Les réunions techniques

intermédiaires permettent de faire le point de la situation sur l'avancement des actions et traiter les éventuels problèmes rencontrés ;

- coordonner les activités administratives des différents partenaires ;
- planifier et organiser des activités techniques ;
- définir le contenu et établir les rapports correspondants du progrès du projet.

Selon les partenaires, ces activités seront gérées par des personnels internes ou externes ou sous-traitées à des tiers.

L'action découle de la nécessité de garantir, pendant la durée du projet, une communication efficace entre les partenaires qui permet d'atteindre les objectifs suivants :

- Le partage de l'avancement du projet ;
- La mise en place d'une rédaction conjointe pour l'harmonisation de l'ensemble des contributions et des communications des partenaires ;
- la mise en place sur la durée du projet d'un canal de communication qui soit d'intérêt sur le territoire du projet et pour les différentes cibles impliquées.

L'action est centrée sur la définition d'une stratégie de communication qui prend en compte les différents besoins en termes de méthodes et outils à utiliser entre les partenaires. Les outputs attendus sont les suivants :

- La stratégie de communication entre les différents partenaires du projet afin d'assurer une communication efficace et visant à la présentation des activités du projet
- La création d'un site Web (u- Web) qui contient un espace d'échange entre les partenaires et les administrations locales impliqués sur le territoire ;
- la production de rapports rédactionnels afin de générer la traçabilité chronologique du projet.

Output: 6 réunions de projet, coordination technique et administrative, conférences vidéo, des rapports d'étape.

Durée de l'action: T1-T36

WP 2. Communication (Réfèrent Ville métropolitaine de Turin, participation des tous partenaires)

Durant la phase de démarrage du projet, un plan de communication du projet conforme à celui du programme sera élaboré. Le plan de communication définit l'image souhaitée pour le projet, indique les destinataires et les messages clés à transmettre et s'occupe de segmenter la communication en fonction des destinataires et des contenus des messages clés, en déterminant les médias à utiliser. Le plan de communication détermine, en outre, les porteurs d'intérêt à impliquer durant toutes les phases du projet, dans le but de faire connaître l'activité réalisée et d'atteindre non seulement les professionnels du domaine, mais également le grand public. Les destinataires indiqués pour les activités de communication et de diffusion appartiennent principalement à quatre secteurs d'intérêt : i) le secteur institutionnel, ii) le public technique spécialisé, iii) la population et iiiii) les médias. Le secteur institutionnel inclut les interlocuteurs au niveau régional, national et

européen du projet, qui nécessitent d'être constamment tenus au courant sur les phases d'avancement du projet.

Le plan de communication vise à atteindre les objectifs suivants :

- Diffuser les informations sur le projet et sur les activités et les produits spécifiques développés au sein du projet, en mettant en évidence leur valeur ajoutée et leur innovation ;
- Augmenter la conscience de l'importance de la conservation et de la protection de l'environnement pour un développement durable de la société civile ;
- Renforcer et étendre l'implication et la participation des systèmes et groupes cibles ;
- Faciliter et renforcer les échanges entre les partenaires du projet afin d'attendre les résultats prévus ;
- Fournir un "brand" au projet, c'est-à-dire une image d'identification familière et donc facilement et immédiatement reconnaissable ;
- Renforcer le réseau international du programme Alcotra grâce à l'expérience de ce projet ;
- Publier le financement de la Commission européenne et ce qu'elle fait pour le développement des territoires et des citoyens.

2.1 Séminaires et forums transfrontaliers

Les progrès et les résultats des activités seront diffusés à travers des séminaires techniques (3 séminaires techniques, une en France et deux en Italie).

Ces séminaires seront organisés en France et Italie pour réunir les acteurs locaux de la montagne et des vallées de l'arc Alpin : les administrations de l'Etat, les collectivités locales, les associations de la nature et de la société civile, les représentants professionnels, etc. Ces séminaires serviront à la direction du projet de comité de consultation détenteur de l'expression du besoin technique et de gestion.

Les activités d'information et de formation liées à l'affichage des risques dans la région transfrontalières et liées à la diffusion et l'utilisation des produits et des résultats développés dans le projet seront mises en place au moyen de forums participatifs organisés pour les différents publics: les maires, les personnels techniques des administrations, les associations et bénévoles, les stakeholder et les citoyens.

Output

3 séminaires techniques, une en France et deux en Italie

N ° 6 des forums participatifs "Je connais et je ne risque pas

Période de l'action: T6-T34

2.2 Activités d'enseignement et de formation sur le renforcement de la résilience dans les écoles visant à un échantillon d'élèves de l'enseignement secondaire du second degré.

Accroître la sensibilité des élèves sur les risques naturels et de leur gestion permet d'améliorer sensiblement la résilience d'une communauté.

Cette action se concentre sur la conception et la mise en œuvre d'activités d'information et de formation visant à un échantillon d'élèves de certaines écoles secondaires de deuxième degré du territoire de l'agglomération de la ville de Turin impliqué dans le projet, grâce à l'utilisation d'outils pédagogiques innovants et à travers une approche participative et active.

L'action est divisée en modules de 4 jours pour chacune des zones géographiques concernées Susa Rivoli, Settimo Torinese et Chivasso pour un total maximum de 16 jours et se présente comme suit :

- Activités A : la mise en œuvre d'activités pour diffuser les informations liées aux risques naturels et au risque lié au barrage de Mont-Cenis, au système de communication et de gestion d'urgence ; la mise en œuvre d'activités pour diffuser les informations nécessaires pour développer une capacité de résilience de l'individu dans le contexte de leur vie quotidienne (lieux où les gens vivent, travaillent et réalisent leurs activités connexes) à destination des étudiants, des enseignants et des personnels scolaires chargés de gérer les situations d'urgence ;
- Les activités de B : la réalisation d'activités d'éducation et de formation visant à un échantillon de classes choisies en collaboration avec les écoles pour 3 jours afin d'impliquer un nombre maximum de six classes de l'enseignement secondaire pour chaque zone géographique concernée, soit un nombre total de classes de 24 classes (pour un total de 600 étudiants).

Les livrables attendus sont les suivants :

- élaboration du matériel d'information pour les participants à l'activité ;
- élaboration d'un questionnaire pour l'évaluation de la satisfaction de l'activité avec les élèves ;
- élaboration d'un rapport sur les activités menées contenant l'analyse des résultats des questionnaires de satisfaction remplis par les élèves impliqués dans le projet.

24 classes dans les instituts de lycées de la région impliqués

Période de l'action: T24 - T 36

2.3 Développement d'un schéma-type de plan d'urgence pour les bassins de retenue

Toujours sur la base des expériences menées dans WP4, le projet RESBA prévoit d'élaborer un schéma-type de plan d'urgence pour la gestion du risque des barrages dans la zone concernée par le projet. Des méthodes de gestion innovantes seront proposées afin d'améliorer l'efficacité des actions du plan d'urgence, en particulier en ce qui concerne les techniques de communication qui améliorent le niveau de connaissance préalable des acteurs institutionnels et les citoyens concernés.

Les livrables attendus sont les suivants :

- Le développement d'un schéma-type de plan d'urgence pour les barrages ;

- Le développement de matériel de formation et d'information destiné aux différents acteurs tels que les maires, les personnels techniques municipaux, les représentants des associations appelées pour la gestion d'urgence, visant à connaître les modalités d'établissement d'un plan d'urgence.

Période de l'action: T6 – T36

2.4 Actions de promotion et diffusion des résultats et des produits et des activités mises en œuvre et testées dans WP4

L'action comporte l'élaboration d'une activité de présentation, diffusion et divulgation des résultats et des méthodes et outils, par rapport aux études, analyses, méthodologies et évaluations des activités menées par les différents partenaires dans chaque zone territoriale impliquée dans le projet.

Les livrables attendus sont les suivants :

- Réalisation de n° 1 conférence de presse, par les différents partenaires, pour la présentation des activités ponctuelles à réaliser ;
- Réalisation de n° 1 séminaire regroupant les différents partenaires du projet, pour la présentation des résultats des actions entreprises dans le projet ;
- Mise en place par les différents partenaires du projet des cartes et des brochures visant à la diffusion des résultats des actions ;
- Préparation de contenu visant à l'implémentation des pages web du site du projet et le rapport final de la clôture du projet.

Période de l'action: T1 - T 36

2.5 Actions d'évaluation de l'efficacité des activités du WP3 et WP4 par des indicateurs

L'évaluation de l'efficacité des activités menées dans le cadre du projet se fera par l'évaluation quantitative des paramètres de la résilience (la connaissance) des cibles impliquées (les maires, ingénieurs, étudiants, bénévoles).

Activités pré et post-pilotes sous WP 4.

Certains indicateurs des activités seront obtenus au moyen de la diffusion des informations des livrables du projet à travers le site et le service associé (application web).

Les livrables attendus sont les suivants:

- 200 questionnaires distribués et remplis grâce à l'activité d'animation dans la deuxième année ;
- 200 questionnaires distribués et remplis grâce à l'activité d'animation dans la troisième année.

Evolution nombre d'accès au Web;

Nombre des individus utilisateurs des services distribués.

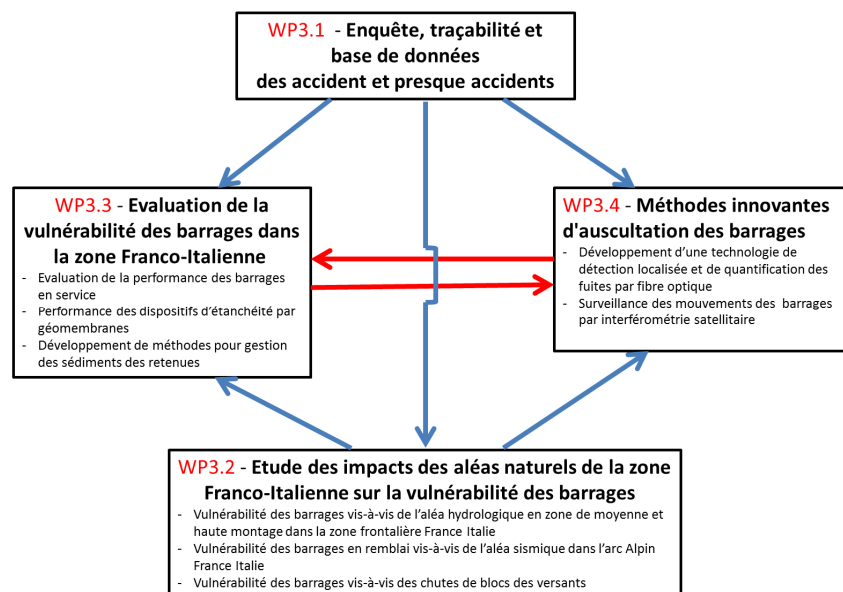
Période d'activités: T 12 -T 36

WP 3. Vulnérabilité et vigilance des barrages (Réfèrent Irstea, participation de tous les partenaires)

Pour atteindre ces objectifs et conduire ces actions, le WP3 du projet RESBA va conduire des activités cohérentes et communes pour la France et Italie destinées à évaluer la vulnérabilité des barrages de la zone transfrontalière et à développer des systèmes de surveillance modernes des barrages. Le WP3 « Vulnérabilité et surveillance des barrages » prévoit les activités suivantes :

- WP 3.1 - Enquête préalable sur la pathologie, les incidents et les presque accidents de barrages dans la zone de l'arc alpin France Italie : l'enquête alimente en données d'entrée l'ensemble des actions du WP3 ;
- WP3.2 - Activités portant sur l'étude des aléas spécifiques dans la zone de l'arc Alpin France – Italie : le WP3.2 alimente en données d'entrée les WP3.3 et WP3.4 ;
- WP3.3 - Activité portant sur l'évaluation de la vulnérabilité des barrages, en interaction avec le WP3.4 ;
- WP3.4 - Activité sur les méthodes innovantes d'auscultation des barrages, en interaction avec le WP3.3.

Le logigramme suivant résume l'organisation du WP3 du projet RESBA et les liens entre les activités :



Organisation du WP3 – RESBA

3.1. Enquête, traçabilité et base de données des accidents, des incidents et des presque accidents de barrages

Malgré le contrôle de la sécurité des barrages en France et en Italie, des incidents plus ou moins graves sont recensés. L'origine des incidents peut avoir des causes multiples : erreurs de conception

ou de réalisation, vieillissement naturel, maintenance inadéquate ou insuffisante, occurrence de crues ou séismes et actions humaines inadaptées (mauvaises manœuvres, malveillance). La phase de retour d'expériences post-crise doit être menée avec soins afin de recenser les informations importantes, les structurer de manière à faciliter leur réemploi et proposer des outils conviviaux qui faciliteront la saisie de ces informations. En outre, certains incidents revêtent une criticité importante : on peut les qualifier de presque accidents. L'ouvrage est alors en situation proche de la rupture et la sécurité des personnes et les biens situés en aval est compromise.

Il est donc important de rassembler, capitaliser et expliciter le retour d'expérience des défaillances des barrages dans un outil susceptible d'être mis à jour. Quelques outils ont été proposés, soit centrés uniquement aux barrages, soit dédiés plus largement à différents types de risque : publications de l'ICOLD (International Commission on Large Dams), bases de données librement accessibles via Internet (ARIA et NPDP), base accessible par identification (ERINOH), base sur CD-Rom (BHDF), base de données de cas d'incidents ou d'accidents (SANBA).

Dans l'activité WP3.1, il est proposé de développer une base de données franco-italienne relative aux barrages collinaires et d'altitude frontaliers français et italiens ayant subi des défaillances (incidents et accidents). La base de données rassemblera des données d'entrée qui seront exploitées par toutes les activités du WP3 durant le déroulement du projet.

Les champs de la base seront élaborés en collaboration étroite entre les partenaires français et italiens. Les différents types d'ouvrages pourront être considérés : remblai en terre, remblai en enrochements, barrages poids, barrages à contreforts, barrages voûte, etc. Pour remplir la base de données, une enquête approfondie sera conduite en France et en Italie sur les incidents et les accidents de barrages, comprenant une analyse bibliographique des dossiers des barrages et des visites de terrain. Les services administratifs régionaux de contrôle des barrages (DREAL, Région du piémont, Territoire d'Aoste) apporteront leur contribution à cette enquête.

L'enquête commencera à partir d'une recherche bibliographique dans les archives de la Région Piémont, du Val d'Aoste de la DREAL et d'Irstea pour établir une base de données contenant les anomalies constatées sur les barrages. L'objectif sera donc de constituer une base de données commune franco-italienne contenant plus informations possibles sur les anomalies et incidents. Cette base de données comprendra : géolocalisation du barrage, nom du propriétaire et gestionnaire, date de l'accident, type de structure, hauteur et volume du barrage, type de l'accident, les mesures prises, etc.

Une analyse de cette base de données transfrontalière permettra de réaliser une étude sur le degré de risque du barrage. On pourra proposer des règles générales pour permettre, dans une première étape, une évaluation rapide du degré de sécurité des barrages. Seulement après cette analyse on pourra effectuer des analyses techniques plus approfondie dans les barrages avec un degré de risque plus élevé. L'objectif final de disposer d'une fiche technique de contrôle (anomalies de cartes des barrages). Cette analyse donnera une évaluation du degré de sécurité du barrage.



Au final, la base de données permettra de classer les barrages afin de:

- proposer un suivi approprié par le propriétaire / gestionnaire du barrage ;
- effectuer des visites d'inspection plus souvent, visant à accroître la surveillance sur les barrages classés comme les moins sûrs ;
- augmenter la sensibilité des Administrations Locales et les Municipalités sur les territoires concernés par les barrages les moins sûrs ou dont le territoire est touché par des zones de rupture des barrages ;
- proposer des mesures d'urgence appropriées dans les plans de protection civile municipale.

Les livrables de l'action 3.1. sont :

- Pour le risque hydrogéologique : un service spécifique pour webGIS pour les flux de plein complet dans la région transfrontalière;
- Pour le risque sismique: recommandations techniques qui comprennent une méthode simplifiée pour l'évaluation du risque sismique sur la base de modèles mécaniques complets. Publications dans des conférences et revues spécialisées nationales et internationales ;
- Pour le risque de chutes de pierres : recommandations techniques basées sur les courbes de vulnérabilité correspondant aux dommages réels en raison de l'impact. Conférences et publications dans des revues nationales et internationales.
- une base de données d'accidents et de presque accidents de barrages, associée à un outil informatique et implémentée lors de l'enquête ;
- des données pour alimenter les autres actions techniques du WP3 ;
- un rapport d'analyse des accidents et des presque accidents (causes, origines, conséquences, etc.) associés avec des analyses statistiques et analyse experte de la pathologie des barrages.

Durée de l'activité : T0 - T12

3.2. Etude des impacts des aléas naturels de la zone Franco-Italienne sur la vulnérabilité des barrages

A. Vulnérabilité des barrages vis-à-vis de l'aléa hydrologique en zone de moyenne et haute montagne dans la zone frontalière France Italie

Mise à jour du cadre de connaissances sur les crues des cours d'eau des bassins versants transfrontalière

Le point de départ correspond à la base de données à la disposition de l'ARPA Piémont. Le catalogue sera mis à jour avec des informations dérivées des barrages et du réseau hydrographique des services régionaux en Italie et en France. Ces données seront comparées avec celles issues des bases de données SHYREG développée par IRSTEA.

Pour les sous-bassins de la Dora Baltea, les données disponibles par les opérateurs des barrages et par le service hydrographique de la région du Val d'Aoste seront utilisées pour mettre à jour le catalogue, avec l'utilisation de méthodes de validation déjà appliquée aux données du Piémont.

Etude des effets du changement climatique sur le risque d'inondation

On appliquera une méthodologie développée par l'école polytechnique de Turin en 2009 qui permet de reconstituer les principales caractéristiques de la distribution des extrêmes en fonction de la distribution spatiale de la transformation pluie-neige. Le modèle est basé sur des paramètres climatiques, comme la température et les précipitations, et sur des paramètres morphologiques, qui déterminent la variation temporelle de la zone sous précipitations en neige.

L'application de cette méthode dans les scénarios d'augmentation de la température permet de déterminer en quelles régions les effets du changement climatique peuvent avoir plus d'impact, en fonction de la distribution des élévations des bassins versants. Les résultats seront comparés aux travaux menés par IRSTEA sur la base de données SHYREG.

Régionalisation des données hydrologiques, finalisée à l'évaluation probabiliste des crues

Avec une référence particulière aux barrages transfrontaliers, on appliquera les dernières méthodes d'estimation des débits de crue, développées dans le projet Interreg FLORA, qui prennent en compte de façon explicite la disponibilité des données hydrologiques au niveau des barrages et l'incertitude d'estimation. Les résultats obtenus avec ces méthodes, appliquées en montagne, seront comparés avec ceux obtenus par les méthodes en usage dans les territoires d'étude.

Diffusion des résultats

Les procédures d'estimation des débits de crue seront mises à disposition sous forme ouverte par le développement d'un WebGIS de service spécifique au sein de la géo-portail développé dans le projet stratégique Interreg RISKMAT.

B. Vulnérabilité des barrages en remblai vis-à-vis de l'aléa sismique dans l'arc Alpin France Italie

Par le terme de « petit et moyens barrage », on indique un ouvrage de 15 m de hauteur maximale et d'un volume stocké de moins de 1 million de m³. En Italie (loi n° 584 du 21 octobre 1994), ces ouvrages sont soumis au contrôle des Régions. En France (décret n°1735 du 11 décembre 2007), ces ouvrages sont soumis au contrôle des DREAL qui sont des administrations régionales de l'Etat. D'un point de vue technique, les petits et moyens barrages ne se distinguent pas de grandes structures, car les types de matériaux, les critères de conception et les modes de rupture restent les mêmes. En France et en Italie, il s'agit le plus souvent de barrages en remblai et ce parc présente une quantité très importante d'ouvrages, avec une grande variabilité des types de conception et d'usage.

Aujourd'hui, le constat est que la conception et la réalisation de ces petits et moyens barrages, par des propriétaires disposants de moyens techniques et économiques limités, sont souvent perfectibles. Dans certains cas, la sécurité de ces barrages peut être limitée et une des faiblesses principales constatées sur ces petits et moyens barrages est celle de la sécurité vis-à-vis de l'aléa sismique. Les conséquences du séisme sur les barrages en remblai peuvent se manifester par des affaissements de la fondation et l'instabilité des parements. Une attention particulière doit être accordée à la liquéfaction qui peut avoir une incidence importante sur la fondation ou le remblai.

L'objectif cette activité du WP3 est de proposer des règles générales et des recommandations pour établir une évaluation fiable et rapide du degré de sécurité vis-à-vis du séisme des petits et moyens barrages. Après le travail accompli dans le projet précédent RISBA qui avait été formulée une procédure de niveau zéro pour souligner les situations critiques qui méritent une analyse prioritaire par rapport au risque sismique, cette activité développera des procédures d'analyse qui permettront une évaluation précise de la vulnérabilité des barrages. Ces développements viseront la mise en

œuvre d'une méthodologie probabiliste pour évaluer le risque global des barrages vis-à-vis des séismes. Chaque barrage pourra alors être classé selon des critères standardisés, en fonction d'une classe de risque connectée avec probabilité de défaillance.

Développement de procédure d'analyse de la vulnérabilité vis-à-vis de l'aléa sismique

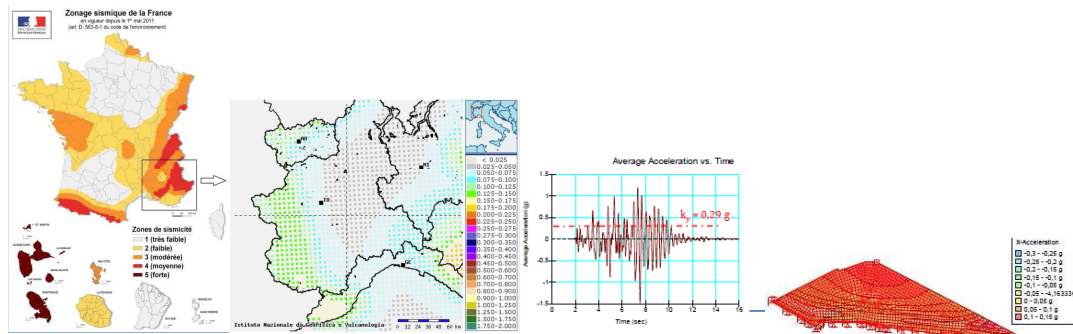
Dans un premier temps, cette activité du projet RESBA consistera à formuler des procédures d'analyse qui, en fonction du niveau de connaissance disponible sur un barrage donné, permettra une évaluation de la vulnérabilité sismique. Les méthodologies seront appliquées sur des cas d'études critiques obtenus lors de l'enquête (activité WP3.1) et pour lesquelles suffisamment d'informations sur la géométrie et les matériaux formant le barrage et le sol de fondation sont disponibles. On prévoit l'utilisation de méthodes avancées basée sur une analyse dynamique qui représentent l'état de la pratique professionnelle, associées à des méthodes simplifiées pseudo-statique et pseudo-dynamique afin d'évaluer la fiabilité de ces dernières procédures d'analyse. Afin d'intégrer les connaissances disponibles sur les barrages étudiés dans cette activité, il est prévu d'effectuer des tests sismiques non destructifs (essais géophysiques) qui permettront la définition des paramètres dynamiques nécessaires à la modélisation. Les tests seront effectués sur le corps du barrage et du sol de fondation.

Evaluation de la sécurité des barrages en remblai vis à vis de l'aléa sismique

La justification de la stabilité d'un barrage est réalisée en examinant différentes situations de projet. Parmi celles-ci figurent les situations sismiques qui, dans le cas des barrages collinaires et d'altitude, constituent une des justifications les plus dimensionnantes.

L'évaluation de la sûreté sismique des barrages en remblai s'effectue par des modélisations numériques complexes basées sur les méthodes des éléments finis ou des différences finies. En pratique, ces simulations exigent une forte expertise de l'ingénierie ainsi qu'une base de données d'entrée conséquente et de bonne qualité. Ces méthodes sont en cela peu mises en œuvre car leur coût est très élevé. Il y a donc un fort besoin de méthodes simplifiées permettant l'évaluation rapide de la performance sismique des retenues collinaires et d'altitude à partir de données aisément accessibles. Les méthodes simplifiées aujourd'hui applicables aux ouvrages en remblai sont fondées sur des approches pseudo-statiques ou dynamiques découplées qui ont été établies dans des contextes sismiques très différents, pour des configurations géotechniques très variées, pour des ouvrages ayant des caractéristiques géométriques souvent éloignées de celles des barrages en remblai de la zone transfrontalière.

Aujourd'hui, il n'existe pas de méthode simplifiée fondée sur des simulations numériques de haut niveau (dynamique non-linéaires couplées) permettant d'évaluer des critères de performance adaptés au cas des retenues d'altitude (tassement de la crête, étirement de la géomembrane, cisaillement des drains, augmentation des pressions interstitielles, etc.). Sur la base de modèles dynamiques les plus sophistiqués et complets, cette activité fournira à l'ingénierie un outil d'évaluation de la performance sismique d'un barrage, ne nécessitant pas la mise en œuvre de modélisations numériques complexes. Cet outil pourra être utilisé par les bureaux d'études ou les maîtres d'ouvrage afin de permettre la justification préliminaire d'un projet d'ouvrage ou le diagnostic rapide de la performance sismique d'un ouvrage existant. Cette action participe à la mise en place d'un outil opérationnel de calcul de la performance globale des barrages en remblai alpins (WP 3.3.A).



Cartes de l'aléa sismique France et Italie – Accélérogramme sismique – Modélisations dynamiques éléments-finis

Après avoir établi des critères de performance sismique adaptés aux exigences attendues des retenues collinaires et d'altitude, nous définirons les fourchettes des valeurs représentatives des paramètres géométriques et géotechniques spécifiques aux barrages en remblai de la zone transfrontalière France Italie. Sur la base d'accélérogrammes propres à la zone transfrontalière France Italie, nous mettrons en œuvre plusieurs centaines de simulations dynamiques non linéaires couplées à l'aide du logiciel de calculs aux différences finies FLAC3D. Nous réaliserons une analyse statistique sur les résultats obtenus afin d'en extraire des lois pseudo-empiriques pour chaque critère de performance et applicable à l'ensemble des barrages en remblai alpins. Ces lois seront comparées et confrontées aux approches simplifiées existantes ainsi qu'aux observations post-sismiques réalisées in-situ.

Cette activité fournira des recommandations techniques comportant une méthode simplifiée à destination des bureaux d'études, des agents chargés du contrôle et des services techniques des maîtres d'ouvrages de retenues d'altitude. Des publications dans des conférences nationales et internationales ainsi que dans des revues spécialisées seront réalisées afin d'assurer une large diffusion auprès de la profession.

C. Vulnérabilité des barrages vis-à-vis des chutes de blocs des versants

La vulnérabilité des barrages vis-à-vis des chutes de blocs des versants est un aspect essentiel à prendre en compte pour les barrages implantés dans les zones de montagne. En effet selon les volumes détachés par la paroi rocheuse et selon l'énergie cinétique des blocs rocheux, les dégâts sur les barrages peuvent être très variables. Ainsi les petits blocs à grande vitesse, et donc à grande énergie cinétique, peuvent causer des impacts sur la structure avec des endommagements ponctuels importants ; les grands blocs qui se déplacent à des vitesses plus faibles peuvent potentiellement créer des dommages à plus grande échelle et ampleur. Pour une analyse complète du risque des chutes de blocs sur des barrages, il est nécessaire de considérer tous les scénarios (hydrauliques, essentiellement), qui peuvent à leur tour être générés par les endommagements causés au barrage.



Barrage d'altitude soumis aux chutes de blocs

La réponse d'un ouvrage de génie civil vis-à-vis des impacts est considérée dans plusieurs domaines du génie civil tels que les cuves de réacteurs nucléaires qui doivent résister à l'impact d'un aéronef, les piles des ponts vis-à-vis des chocs de bateaux sur ou les protections des viaducs vis-à-vis des chocs de véhicules. Dans ces exemples, l'évaluation des conséquences de l'impact dépend du type de structure, des caractéristiques de l'objet qui impact et de l'énergie en jeu pendant le phénomène d'interaction.

Dans le contexte de l'impact des chutes de blocs sur les barrages, les problèmes sont analogues. Toutefois, les ressources disponibles, en termes de connaissances, sont relativement limitées et sont des sujets de recherche actuelle. Dans l'analyse des risques, la réponse structurale en termes de dommages ponctuels et de l'endommagement permet d'évaluer la vulnérabilité structurelle. La probabilité du dommage sur le barrage est une fonction de la position de l'impact et l'approche à suivre est statistique. Pour cela, nous proposons de développer des courbes de vulnérabilité, dérivées de l'analyse simplifiée de l'impact, correspondant aux dommages réels liés à un impact.

Les livrables de l'action 3.2 sont :

- *Pour l'aléa hydrologique* : un Web GIS de service spécifique pour obtenir les débits de crue dans la zone transfrontalière ;
 - *Pour l'aléa sismique* : des recommandations techniques comportant une méthode simplifiée d'évaluation de l'aléa sismique basée sur des modèles mécaniques complets. Des publications dans des conférences nationales et internationales et des revues spécialisées ;
 - *Pour l'aléa chute de blocs* : des recommandations techniques basées sur des courbes de vulnérabilité correspondant aux dommages réels liés à un impact. Des publications dans des conférences nationales et internationales et des revues spécialisées.
- Durée de l'activité : T0 – T36

3.3. Evaluation de la vulnérabilité des barrages dans la zone Franco-Italienne

A. Evaluation de la performance des barrages en service

Développement de méthodologies d'analyse des problèmes structurels des barrages poids

L'endommagement structurel des barrages induit des coûts élevés de remise à niveau et de confortement et affecte la durabilité de l'ouvrage. Pour les barrages en béton, la plupart des problèmes commencent pendant la phase de construction en raison de l'hydratation du béton, des

effets de retrait et du fluage et de la réaction alcali-granulat. On illustre ci-dessous les questions qui seront analysées au cours du projet :

1) *le vieillissement du béton* qui est dû aux mécanismes d'érosion, physiques, chimiques et mécaniques. Ces mécanismes affectent la partie superficielle du béton suite aux réactions chimiques entre les différents agents (eaux agressives) qui attaquent le béton, la composition du ciment et des agrégats. Ces réactions peuvent conduire à des dommages causés par la dissolution du béton ou en raison de l'augmentation du volume des réactions produites pendant les étapes de durcissement.

2) *la fissuration précoce* : la durabilité des structures en béton est compromise par la fissuration du béton, en particulier dans les structures massives comme les barrages. Les tensions qui conduisent à une fissuration sont associées au retrait imposé par l'absorption d'eau au cours de l'hydratation des particules de ciment et au retrait de séchage provoqué par l'évaporation de l'eau lors du durcissement.



Exemple de fissuration précoce dans le béton: les dimensions des fissures sont comparées à celles d'une pièce de monnaie

3) *Le gonflement du béton* dû à la réaction alcali-granulat : il s'agit d'une réaction chimique entre les agrégats et les ions hydroxyle liés aux alcalins du béton. Elle se produit lorsque la teneur en granulats réactifs est supérieure à une valeur critique, en présence d'une quantité suffisante d'alcalins et à une humidité élevée.



Exemple de détérioration du béton en raison de l'AAR

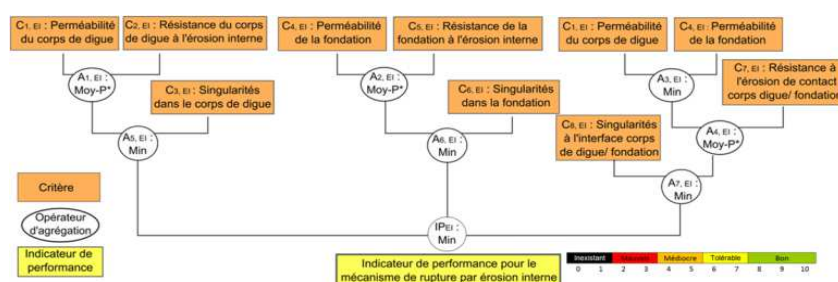
4) *Le phénomène d'érosion du béton* : elle est définie comme une désagrégation progressive de la matière solide par la cavitation due à l'abrasion ou à l'action chimique. Les bulles de cavitation se développent le long de l'écoulement de l'eau. L'implosion de bulles de cavitation à proximité d'une surface solide génère une forte pression agissant sur la surface du béton. L'érosion progresse rapidement et, après une période initiale d'exposition, augmente la rugosité de la surface en générant de petits cratères. On doit également tenir en compte de l'érosion due aux effets de l'abrasion de limon, de sable, de gravier, de roches et d'autres débris circulants dans l'eau sur la surface du béton pendant le fonctionnement du barrage.

Cette activité fournira des recommandations techniques pour la reconnaissance des problèmes de détérioration du béton dans les barrages poids avec une méthodologie pour l'analyse des problématiques ici présentées.

Développement d'outils d'évaluation de la condition et conformité aux règles de l'art

Développer des méthodes et outils d'évaluation de la performance et de la conformité aux règles de l'art constitue un enjeu majeur pour les administrations chargées du contrôle de la sécurité des barrages. L'objectif de l'activité WP3.3.A est de permettre d'évaluer un barrage en introduisant dans un outil les informations relatives aux données géométriques, aux principales caractéristiques géotechniques, aux données relatives aux aléas, aux observations in situ et aux principales données d'auscultation lorsqu'elles sont disponibles. A partir de ces données d'entrée simples, la méthode fournira en sortie la performance du barrage et sa conformité aux règles de l'art. Cette méthode permettra également :

- l'homogénéisation des évaluations par les ingénieurs ;
- la capitalisation des connaissances qui peut aider à pallier des départs à la retraite ou mutations et faciliter la formation d'ingénieurs débutants ;
- le regroupement des connaissances en vue de favoriser leur utilisation et leur diffusion.



Exemple bibliographique d'un modèle d'évaluation de la performance pour l'érosion interne d'un barrage à base d'agrégation de critères

Cette activité développera des méthodes et outils basée sur des modèles à base de connaissances. Les différents modes de défaillance seront examinés : surverse, glissement du remblai, stabilité au séisme, érosion interne, cisaillement. La méthode sera adaptée aux barrages de dimensions modestes, pas toujours équipés de dispositif d'auscultation. Cette activité impliquera des experts français et italiens afin de prendre en compte les spécificités régionales.

L'activité proposera une application de calcul de la performance et de conformité aux règles de l'art sur des outils mobiles (application pour téléphone mobile ou tablette) : interface de saisie et de calcul de la performance et conformité aux règles de l'art ; transfert et enregistrement des données produites dans une base de données pour tracer les données et suivre les ouvrages au cours du temps. L'objectif est de permettre aux inspecteurs des services de contrôle de l'administration en France et en Italie de saisir les données directement sur le lieu des barrages lors des inspections. L'outil développé devra être interopérable avec les outils existants (cadastre des barrages italiens et français).

Développement de méthodes pour évaluer la résistance résiduelle des barrages poids et des barrages en remblai

Pour les matériaux en béton des barrages poids, les essais destructifs représentent le moyen le plus direct pour déterminer la résistance. Cela vaut particulièrement pour les essais destructifs effectués sur des échantillons de béton extraits de la structure par forage (les carottes). Ces essais présentent néanmoins des inconvénients. Notamment lors de la phase d'extraction des carottes, de leur manipulation et de la préparation de l'échantillon pour l'essai, des endommagements de l'échantillon peuvent se produire et peuvent réduire la résistance du béton, rendant la carotte non représentative du béton dans laquelle il a été prélevé. Par ailleurs, les forages et les essais sont très coûteux.

Ainsi pour évaluer la résistance du béton des barrages poids, on préfère souvent utiliser des essais non destructifs. Les essais non destructifs déterminent la résistance indirectement par la mesure de paramètres qui lui sont associés sans provoquer de dommages sur les matériaux et sur la structure. Étant une méthode indirecte, il est important d'étalonner les résultats sur un nombre suffisant d'essais destructifs. Les essais non destructifs le plus couramment utilisés en laboratoire pour les bétons sont les suivants : a) l'essai pycnomètre; b) l'essai sclérométrique ; c) les essais soniques ou ultrasoniques. Parmi les essais non destructifs, on trouve aussi des essais géophysiques in situ tels que les tomographiques électriques et acoustiques et les essais thermographiques. Dans nombreux cas, la résistance résiduelle des barrages doit être estimée en utilisant les courbes de croissance résistance/âge du béton.

Dans cette activité du projet RESBA, on formulera des procédures d'analyse pour évaluer la résistance résiduelle du béton des barrages poids par des essais indirects et non destructifs. Pour valider les résultats obtenus, on prévoira, sur des barrages choisis pour ces campagnes d'essais, des essais in situ sur le corps de barrages poids en béton et sur leurs ouvrages annexes (évacuateurs de crues, prises d'eau, galerie en béton).

Comparé aux barrages en béton, les barrages de terre sont moins concernés par les pathologies de dégradation des matériaux de construction. L'élément le plus critique est le dispositif d'étanchéité amont (très souvent la géomembrane), qui peut se dégrader par vieillissement de la géomembrane ou du fait des mouvements du corps du barrage. Cela introduit des percolations d'eau dans le remblai du barrage et modifie le régime des pressions interstitielles et, par conséquent, les conditions de stabilité du barrage. Dans ce contexte, l'application des techniques de surveillance visuelle ou topographique constituent un élément indispensable. Dans cette activité, nous proposons de réaliser une analyse du retour d'expérience des pathologies rencontrées sur les barrages en remblai pour permettre la validation des modèles de référence et la calibration des paramètres.

Développement d'un outil de gestion des presque accidents

Certains incidents revêtent une criticité importante : on peut les qualifier de presque accidents. Il est important de gérer au plus vite ce type de situation afin de rétablir la sécurité de l'ouvrage. Ces situations de crise ont, à de nombreuses reprises, été constatées en France et en Italie. Face à des propriétaires ayant une compétence technique adéquate, il est important que l'administration ait les moyens de contrôler et valider les mesures proposées par l'exploitant. Face à des propriétaires d'ouvrages avec des compétences techniques limitées, l'administration peut être amenée à donner les consignes techniques de gestion en de crise du barrage.

Cette gestion est prise en charge par des experts d'ouvrages hydrauliques qui émettent des recommandations. Or, ces recommandations ne sont actuellement pas formalisées et font appel à l'expertise d'ingénieurs spécialisés. L'activité WP3.3.A a ainsi pour objectif de proposer une démarche de formalisation des recommandations en situation de presque accident. Nous nous appuyerons sur les pratiques d'ingénieurs expérimentés qui ont une expérience de ce type de situation. Plusieurs phases de la gestion du risque sont concernées : l'alerte, la gestion de la crise elle-même et les actions de remédiation. La démarche consiste à :

- Définir, pour chaque phase, les éléments importants. Il s'agira notamment d'établir : Quels sont les acteurs impliqués ? Quelle recommandation est à produire par l'acteur ? Où doit-il la réaliser ?...

- Faire des validations par simulation de cas de presque accidents en utilisant l'enquête de terrain menée dans l'activité WP3.1 ;
- Etablir une procédure robuste et transmissible à des ingénieurs moins expérimentés. De nouvelles validations seront réalisées avec ceux-ci afin de tester la facilité d'appropriation de la procédure de traitement des presque accidents.

Au final, cette activité fournira un outil d'aide aux ingénieurs à la gestion des situations de gestion des presque accidents de barrages, en proposant des procédures et des recommandations en fonction des observations constatées sur le barrage en situation de crise.

Stratégies de remise à niveau des barrages poids et en remblai

Pour les barrages poids en béton, le retour d'expérience montre que les dommages importants se produisent si les agents agressifs (eaux agressives) parviennent à s'écouler dans le béton par capillarité, par diffusion ou par des modes mixtes de transport, à des vitesses suffisamment élevées. Pour cette raison, les mesures de précaution pour la prévention des mécanismes de dégradation dus à des attaques chimiques sont la protection des structures contre l'eau par des éléments structurels appropriés et à la production de béton et de mortier à haute résistance présentant une porosité capillaire très faible. Ainsi, le béton à haute résistance montre une forte résistance contre les attaques chimiques par rapport à un béton classique. Par ailleurs, la diminution de la teneur en ciment du béton permet de réduire les phénomènes de fissuration à jeune âge, qui affectent les parements aval et amont et le corps du barrage. Il y a donc des avantages réels à l'utilisation d'un béton à haute performance avec une faible teneur en ciment (LCHPC). En outre, les bétons aptes à résister à certaines agressions chimiques peuvent être choisis ; par exemple, l'attaque des sulfates peut être évitée en utilisant du béton résistant aux sulfates avec une faible teneur en aluminat de calcium. Dans les cas extrêmes, des mesures de protection supplémentaires peuvent être nécessaires, tels que, par exemple, des vernis et des revêtements.

Pour les barrages en remblai, les mesures correctives et la mise à niveau sismique des barrages en terre sont relativement complexes et nécessitent d'intervenir sur les barrages. Typiquement, au-delà des prescriptions simples telles que la baisse du niveau du réservoir au-dessous du niveau associé à une limite de sécurité suffisante en cas de séisme, les mesures impliquent un renforcement du remblai ou des modifications du régime des pressions interstitielles dans le corps du barrage. Ils sont généralement obtenus par des renforcements du remblai aval ou, moins fréquemment, à l'amont. D'autres interventions impliquant l'utilisation de techniques d'amélioration de sol et nécessitent souvent une vidange du réservoir.

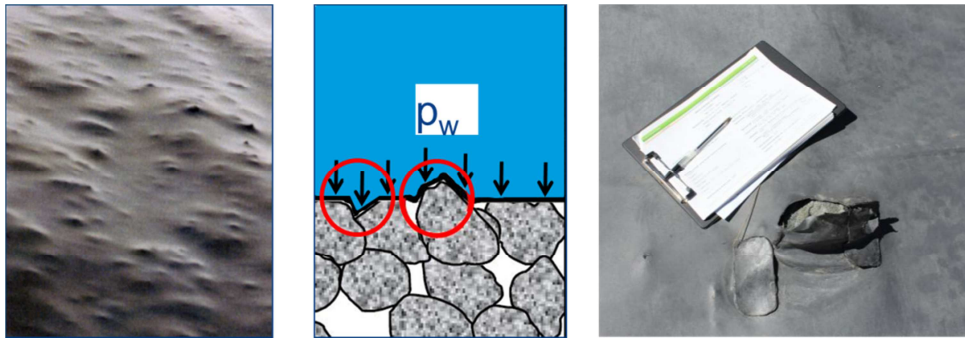
Dans le cadre de cette activité du projet RESBA, on déterminera les différents types d'interventions correctives qui peuvent être adoptées en fonction du type de barrages et de leurs spécificités. En tenant compte des coûts associés à ces interventions, une analyse en termes de coût/bénéfice sera réalisée. Pour définir les procédures utilisables par les barrages étudiés dans le projet, les effets de différentes techniques d'intervention ci-dessus exposées seront modélisés en utilisant les modèles développés dans cette activité pour des barrages-test de l'arc Alpin France Italie.

Cette activité fournira des recommandations techniques pour rénover les barrages en béton et en remblai destinés aux gestionnaires des ouvrages et aux bureaux d'étude.

B. Performance des dispositifs d'étanchéité par géomembrane

Les retenues collinaires et d'altitude intègrent pour la plupart un dispositif d'étanchéité par géomembrane (DEG) qui assure principalement i) la fonction d'étanchéité, mais aussi ii) la fonction

de protection de la géomembrane vis-à-vis d'agressions mécaniques comme les phénomènes de poinçonnement et iii) la fonction de drainage sous la géomembrane pour les eaux d'infiltration du remblai naturel ou en cas de fuite de la géomembrane. Les géosynthétiques constituant les DEG sont des matériaux de construction manufacturés pour lesquels il est possible de contrôler les propriétés physiques en usine. Sur site, ces géosynthétiques sont au contact de matériaux granulaires et sont sujets à des charges mécaniques et hydrauliques. Pour la sécurité et la durabilité des barrages, il est nécessaire de maîtriser le comportement des géosynthétiques au sein des DEG. Ainsi, le WP3.3.B du projet RESBA se propose de développer des méthodes de dimensionnement des DEG pour justifier leur performance dans le temps. Trois questions relatives à la stabilité, l'intégrité et la performance d'un DEG seront traitées dans cette activité.



Exemple de dégradation de DEG par poinçonnement sur des retenues d'altitude

La première concerne la stabilité sur pente du DEG vis-à-vis du risque de glissement à l'interface entre deux géosynthétiques et particulièrement à l'interface entre une géomembrane et le géotextile sous et/ou sus-jacent (dans le cas d'une couche de recouvrement) qui a la fonction de protection. La deuxième question porte sur l'intégrité de la géomembrane vis-à-vis du risque de poinçonnement par les matériaux sous-jacents (couche de forme) et sus-jacents (dans le cas d'une couche de recouvrement). La troisième question traite de la diminution de performance de drainage dans le temps des géocomposites due aux phénomènes combinés de fluage sous compression et d'intrusion des filtres géotextiles dans la partie drainante du géocomposite.

En terme méthodologique, des expérimentations sur modèles réduits seront menées en laboratoire sur les matériaux géosynthétiques et granulaires classiquement utilisés dans les DEG des retenues collinaires et d'altitude. Plusieurs types de géosynthétiques seront considérés pour que les recommandations pratiques soient exhaustives. Nous développerons un banc de cisaillement pour traiter la question de la stabilité sur pente des DEG. Pour les deux autres questions, certains bancs du laboratoire de recherche géomécanique seront utilisés et seront adaptés pour la mise en œuvre d'expérimentations correspondant aux spécificités des retenues collinaires et d'altitude.

Cette activité fournira des recommandations techniques à destination des bureaux d'études, des maîtres d'ouvrages et des agents chargés du contrôle et des services techniques. Les connaissances nouvelles obtenues concernant le comportement hydraulique et mécanique des géosynthétiques dans le contexte des retenues d'altitude seront publiées dans une revue scientifique.

C. Développement de méthodes pour l'évaluation et la gestion des sédiments des retenues des barrages

La sédimentation des barrages est une grande préoccupation des exploitants d'ouvrages. La sédimentation, par des sédiments fins ou grossiers, est synonyme de perte de capacité (donc de rendement) et, si elle n'est pas gérée, peut se traduire sur le long terme par l'abandon de l'ouvrage.

Cette problématique de la gestion des sédiments est particulièrement prégnante dans les barrages de l'arc Alpin en France et en Italie, du fait du transport sédimentaire important dans les rivières de montagne.

Pour les petits à moyens barrages, la gestion des sédiments peut être réalisée par des opérations régulières d'évacuation des sédiments et de nettoyage de la cuvette, après vidange complète de la retenue, ce qui constitue une contrainte forte et onéreuse. Pour les grands barrages, le principe de gestion consiste à réaliser des chasses hydrauliques qui permettent d'évacuer vers l'aval, grâce à des vannes de fond, les sédiments stockés. Cependant, ces opérations sont complexes, et à une logique purement économique (et technique) de maintien du volume utile, s'ajoute la question très délicate de l'impact environnemental de la gestion sédimentaire sur les écosystèmes situés en aval. Dans les deux cas, il est donc impératif d'améliorer nos connaissances encore imparfaites sur les mécanismes de sédimentation et de reprise des sédiments lors des chasses.



Erosion dans un dépôt de barrage, sur la Rivière Elwha, USA (photo Photo © Brett Walton / Circle of Blue)

La formation du dépôt sédimentaire (géométrie, granulométrie, cohésion) au sein de la retenue est déterminante sur l'hydrodynamique, la capacité de reprise des sédiments, la cinétique d'érosion et les concentrations associées lors des chasses. Il est donc essentiel de mieux connaître les mécanismes de sédimentation et de propagation du front sédimentaire, ainsi que sa stratification. Pour cela il faudra tenir compte de la forme des retenues, de la forme des hydrogrammes de crues, et les propriétés des sédiments (et notamment les proportions en fines et en sables, la vitesse sédimentation...). Chaque composition sédimentaire ne va pas se comporter de la même façon lors d'une chasse. Par exemple la teneur en sable peut favoriser des érosions préférentielles dans un processus de chenalisation, et accélérer le processus. La fréquence des chasses doit également pouvoir être adaptée à la cinétique de remplissage, pour une gestion optimum à la fois de l'ouvrage et de l'environnement. Les principales formulations (pour le dépôt, l'érosion) devront être revisitées.

La première partie de l'activité WP3.3.C sera consacrée à une analyse bibliographique. Nous proposons ensuite une approche expérimentale en canal de laboratoire. Un nouveau dispositif aux dimensions adéquates sera développé à cet effet. Des métriques seront proposées pour caractériser les formes des retenues et des hydrogrammes. Différents mélanges sédimentaires seront considérés, en faisant changer notamment les proportions de fins et de grossiers (sable). Pour chaque expérience nous mesurerons les champs de vitesses (par caméra rapide et LSPIV) et les vitesses de sédimentation. La géométrie des dépôts sera mesurée par photogrammétrie et la qualité des dépôts sera mesurée par sondages (dans la mesure du possible non destructifs, par méthodes électriques

et/ou acoustiques). Pour chaque débit de chasse, les taux d'érosion et les concentrations associées seront mis en relation avec la géométrie et la composition des dépôts dans la retenue.

Les livrables de l'activité WP3.3.C sont un rapport de recommandations destinés aux exploitants de barrages, intégrant le retour d'expérience sur la gestion des sédiments dans les barrages. Par ailleurs, au moins un article scientifique de présentation des résultats sera préparé.

Les livrables de l'action 3.3 sont :

- *Problèmes structurels des barrages poids* : des recommandations techniques pour la reconnaissance des problèmes de détérioration du béton dans les barrages poids. Des publications dans des conférences nationales et internationales et des revues spécialisées ;
 - *Développement d'un outil de gestion des presque accidents* : un outil d'aide aux ingénieurs à la gestion des situations de gestion des presque accidents de barrages proposant des procédures et des recommandations en fonction des observations en situation de crise ;
 - *Stratégies de remise à niveau des barrages poids et en remblai* : des recommandations techniques pour rénover les barrages en béton et en remblai. Des publications dans des conférences nationales et internationales et des revues spécialisées, même au dehors du territoire transfrontalière ALCOTRA;
 - *Performance des dispositifs d'étanchéité par géomembrane* : des recommandations techniques à destination des bureaux d'études, des maîtres d'ouvrages et des agents chargés du contrôle et des services techniques. Des publications dans des conférences nationales et internationales et des revues spécialisées, même au dehors du territoire transfrontalière ALCOTRA ;
 - *Développement de méthodes pour l'évaluation et la gestion des sédiments des retenues des barrages* : des recommandations destinées aux exploitants de barrages, intégrant le retour d'expérience sur la gestion des sédiments dans les barrages. Des publications dans des conférences nationales et internationales et des revues spécialisées.
- Durée de l'activité : T0 – T36

3.4. Méthodes innovantes d'auscultation des barrages

A. Développement d'une technologie de détection localisée et quantification des fuites de la structure d'étanchéité par fibre optique

La quasi-totalité des barrages d'altitude et une partie importante des barrages collinaires assurent leur fonction d'étanchéité par un organe spécifique artificiel appelé *dispositif d'étanchéité par géomembrane* (DEG), du fait que les sols constituant le remblai ne présentent pas les caractéristiques de perméabilité adéquates permettant de remplir cette fonction. Ainsi, le système d'étanchéité des retenues d'altitude et collinaire par DEG est essentiel car une défaillance de cet organe compromet l'étanchéité du barrage et sa stabilité mécanique.

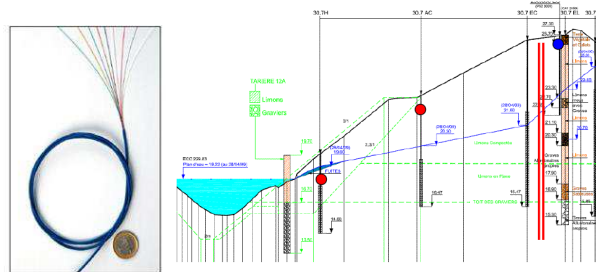
En phase d'exploitation, des fuites peuvent apparaître dans la géomembrane par agression mécanique (poinçonnement, reptation de la glace, animaux, etc.). Pour drainer les fuites accidentelles, les systèmes de drainage sous la géomembrane constituent une barrière de sécurité fondamentale empêchant l'infiltration d'eau dans le remblai. Dans leur conception, les systèmes de

drainage sont compartimentés afin de détecter des fuites mais cette technique est perfectible et ne permet pas de localiser précisément les fuites ni de les quantifier.

Cette activité WP3.4.A propose de développer une technologie innovante par fibre optique pour répondre à cette problématique et permettre aux gestionnaires des ouvrages de surveiller la performance et la sécurité de leurs ouvrages et de mettre en place des solutions correctives simples et économiques par la localisation des fuites à réparer. Cette technologie est particulièrement recherchée par les exploitants des retenues d'altitude, demandeurs de systèmes d'auscultation high-tech télégerés à distance.

Plusieurs techniques de détection de fuites par fibres optiques existent. L'activité devra développer une technique de pose et un maillage spécifique des fibres de façon à ce que le système soit performant et économique pour les barrages d'altitude. Ce premier verrou d'ordre technique conduira au développement d'un produit équipé de fibre et facile à poser directement dans le système d'étanchéité. Le choix du type de fibre optique adapté aux spécificités des retenues d'altitude (accès aux sources d'énergie, etc.) devra être considéré. La méthodologie d'interprétation des données en vue d'une quantification des fuites dépend du type de fibre optique, du maillage des fibres et de la technique d'acquisition des données ce qui impliquera nécessairement un développement propre.

L'activité prévoit : i) d'incorporer directement des fibres optiques dans un produit à intégrer dans le système d'étanchéité des retenues d'altitude et ii) de développer des techniques d'acquisition des données et le traitement des signaux mesurés grâce aux fibres optiques. Le développement de la technologie proposée sera effectué dans un bassin expérimental en vraie grandeur dont dispose Irstea sur son site d'Aix-en-Provence.



Exemple de monitoring des fuites par fibres optique

Cette activité permettra de proposer une technologie innovante de détection de fuite par fibres optiques. Elle sera décrite dans un rapport technique à destination des bureaux d'études, des maîtres d'ouvrages de retenues d'altitude et des agents chargés du contrôle et des services techniques.

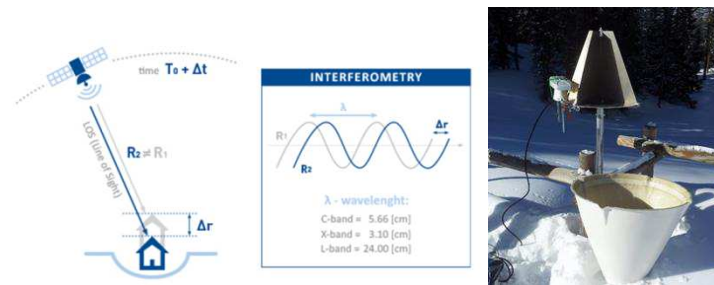
B. Surveillance des mouvements des barrages par interférométrie satellitaire

Les barrages sont souvent situés en amont de zones urbanisées et il est important de définir pour chacun d'eux un dispositif d'auscultation approprié destiné à évaluer le niveau de sécurité. Le dispositif d'auscultation est essentiel pour l'analyse des anomalies, afin d'identifier les causes, les solutions techniques, les mesures correctives, et enfin, pour évaluer l'efficacité de telles mesures.

Le contrôle instrumental du comportement d'un barrage, avec un dispositif d'auscultation approprié, peut être effectué lors de la phase de construction, lors du remplissage et en phase d'exploitation normale. L'objectif est de faire en sorte que le comportement du barrage et les mesures d'auscultation soient conforme aux prévisions définies dans le projet. Si on constate des écarts

importants, le dispositif d'auscultation doit permettre de mettre en évidence le phénomène dans tous ses aspects et donner les informations nécessaires pour identifier complètement les phénomènes. Les techniques d'auscultation d'un barrage sont nombreuses et en constante évolution. Les phénomènes de dégradation d'un barrage qui peuvent générer des déplacements de la structure sont multiples et il est essentiel d'identifier les dispositifs d'auscultation des déplacements adaptés au barrage étudié. L'objectif principal de l'activité est d'expérimenter de nouvelles méthodes innovantes de surveillance des déplacements des barrages appartenant aux catégories les plus à risque.

L'interférométrie satellitaire est certainement l'une des technologies les plus innovantes expérimentées au cours des dernières années. Déjà dans le projet RISBA, on a testé la technique connue sous le nom d'interférométrie SAR (Synthetic Aperture Radar) sur 4 barrages pilote en remblai sur une période d'environ 9 mois d'observation. Dans le WP4 du projet RESBA, l'objectif de cette activité est de tester l'algorithme PSInSARTM pour une période d'observation d'au moins trois ans en utilisant la famille de « réflecteurs artificiels » surveillés par satellite (Distributed Scatterer) de manière à mettre en évidence tous les phénomènes de déplacement des barrages.



Principes de l'auscultation par interférométrie satellitaire - Réflecteur artificiel pour mesurer les déplacements

Contrairement aux techniques classiques de surveillance, l'utilisation de l'interférométrie satellitaire offre une haute densité de mesures (tous les 10 jours environ), incluant les périodes de l'année où les barrages alpins de haute altitude sont difficiles à atteindre (conditions hivernales, intempéries).

À cette fin, l'activité prévoit les principales tâches suivantes :

- Vérifier l'état d'entretien des réflecteurs artificiels existants ;
- Remettre en place les réflecteurs artificiels peu visibles ;
- Installer des réflecteurs artificiels complémentaires sur les barrages déjà surveillés par cette technique et sur des nouveaux barrages considérés à « risque élevé » ;
- Effectuer une nouvelle calibration des réflecteurs artificiels ;
- Procéder à l'acquisition et au traitement d'une base de données sur au moins 36 mois des mesures ;
- Comparer les résultats obtenus avec les séries temporelles existantes.

Les résultats obtenus par la technologie interférométrique satellitaire seront ensuite comparés avec ceux obtenus par des techniques standards comme les mesures topographiques et les mesures inclinométriques issues d'équipements de dernière génération.

Les livrables de l'action 3.4 sont :

- *Technologie de détection localisée et quantification des fuites de la structure d'étanchéité par fibre optique* : un rapport technique décrivant la technologie avec les recommandations

associées, à destination des bureaux d'études, des maîtres d'ouvrages et des agents chargés du contrôle et des services techniques. Des publications dans des conférences nationales et internationales et des revues spécialisées ;

- *Surveillance des mouvements des barrages par interférométrie satellitaire* : un rapport technique décrivant la technologie avec les recommandations associées, à destination des bureaux d'études, des maîtres d'ouvrages et des agents chargés du contrôle et des services techniques. Des publications dans des conférences nationales et internationales et des revues spécialisées.

Durée de l'activité : T0 – T36

WP 4. Evaluation des conséquences de l'onde de crue et actions pilotes sur le territoire (Référént Région Piémont, participation des tous les partenaires)

Evaluation des conséquences de l'onde de crue après rupture d'un barrage. Planification d'urgence et actions pilotes dans la région frontalière visant à accroître la résilience des territoires face aux risques.

4.1 Création d'un cadre de connaissances sur l'estimation des volumes de crue. Méthodes d'évaluation probabilistes des volumes de crue. Application de la méthodologie dans la préparation d'un plan d'écêtement

Cette activité nécessite le traitement d'un grand nombre de mesures continues de débits de crue, à partir desquels on obtient les volumes annuels maximaux transités sur des durées données et dans les sections aval des bassins versants. Pour cela seront numérisées et traitées les chroniques hydrométriques historiques des archives de ARPA Piémont, et seront également utilisées des données déjà disponibles sous forme numérique relatives aux nouvelles stations automatisées. Le traitement des bandes analogiques sera important pour considérer avec précision les événements importants historiques et pour mettre en place des chroniques hydrométriques complètes.

Sur la base des données précédemment décrites, seront examinées les méthodes d'évaluation probabilistes des volumes de crue. L'objectif sera non seulement de traiter les données hydrométriques observées, mais surtout de fournir de nouvelles données utiles pour les méthodes existantes de détermination des paramètres régionaux relatifs aux courbes de réduction des pointes de crue en fonction de la durée, qui sont des outils couramment utilisés pour la détermination de moyenne des volumes de crues exceptionnelles.

Les méthodologies développées à l'étape précédente seront utilisées dans l'élaboration d'un plan d'écêtement des crues par un barrage. Le plan d'écêtement, prévu en Italie suite à l'application de la directive PCM 2004, permet d'augmenter temporairement la capacité d'un barrage utilisé pour lamener la crue. La Région Piémont et l'ARPA ont dressé une liste des barrages qui classe les priorités pour l'élaboration du plan d'écêtement fondé sur des critères qui tiennent compte des

caractéristiques des volumes de crue avec les caractéristiques du barrage et les vulnérabilités présentes dans la vallée.

Les résultats de cette classification guideront l'identification du bassin pilote sur laquelle on appliquera les méthodes développées par le projet pour la définition de protocoles de gestion et pour l'application de consigne de vidange temporaire de réservoir des barrages.

Livrables :

Base d'information pour hydrogramme de crue

Plan d'écrêtement des crues par un barrage artificiel pilote

Méthodes d'évaluation probabilistes des volumes de crue

Durée de l'activité T1-T36

4.2 L'évaluation des conséquences de l'onde de crue suite à la rupture d'un barrage dans la région de montagne, collinaires et de plaine

A. Evaluation des conséquences de l'onde de crue dans l'eau sans charge

B. Modélisation du des sédiments déclenchés par la rupture d'un barrage dans en terre

C. Propagation des ondes de crues dans le lit des rivières rugueuses ou des surfaces très boisés

Les zones en aval des barrages présentent le plus souvent une forte variabilité en termes de topographie et la surface de couverture. En particulier pour les petits réservoirs utilisés à des fins d'irrigation, la rugosité des terrains en aval du barrage (vignes, arbres fruitiers, etc.) est du même ordre de grandeur que la rugosité des terrains inondés par la lame d'eau de l'onde de crue. En outre, les ondes de crue, utilisées pour l'étalonnage des modèles de propagation, proviennent de lois empiriques calées sur la rupture de grands barrages. Parmi ces ruptures, peu de cas sont représentatifs de petits barrages de terre. Par conséquent, l'utilisation des formules classiques de rupture de barrages dans les modèles de propagation est souvent incorrecte et peut conduire à une sous-estimation très importante.

Dans la première partie de cette activité, nous procéderons à une analyse statistique de tous les réservoirs régionaux et nous analyserons les principales informations de base. En particulier, nous mettrons examinerons : a) les pentes moyennes aval des réservoirs, b) la rugosité des lignes aval des réservoirs, c) les dimensions caractéristiques des réservoirs.

Dans la deuxième partie de cette activité, il s'agira d'étudier au laboratoire, à partir de modèles physiques à échelle réduite (1:5 à 1:20) et à haute résolution, les données de propagation de l'onde de rupture de barrages. Les caractéristiques de la vallée, du réservoir et du corps du barrage pourront être ainsi modifiées à volonté afin d'étudier la sensibilité sur l'onde de rupture de barrage et voir le rôle des paramètres d'influence : a) hauteur et volume du barrage et b) pente et rugosité du lit en aval. Cette partie du programme de recherche analysera dans le détail l'influence des caractéristiques du réservoir, du corps de barrage et de la rugosité en aval.

D. Modélisation de l'onde de crue sur les lits des rivières

Contrairement aux grands barrages implantés dans les vallées, les petits à moyens barrages régionaux sont situés sur les versants des collines, présentant des caractéristiques géomorphologiques sensiblement différentes. Dans ce cas, l'onde de rupture ne se propage pas d'une manière analogue à un écoulement monodimensionnel, mais se dilate avec un angle d'ouverture variable en fonction de la pente et de la rugosité de la surface en aval. Dans ces conditions, il est

très difficile d'identifier les grandeurs caractéristiques de l'intensité de l'onde de rupture de barrage et de la zone qui sera affectée par l'onde de rupture.

Dans la première partie de cette activité, nous proposons de développer des modèles numériques pour la simulation de la rupture de barrage dans des conditions de lit plan présentant une pente constante. En particulier, on étudiera l'influence des dimensions caractéristiques du déversoir et du barrage sur la propagation tridimensionnelle de l'onde de rupture en aval. Les caractéristiques choisies dans l'étude seront faites sur la base de l'analyse effectuée sur des cas de barrages régionaux réels. Les autres variables analysées sont liées aux caractéristiques des zones en aval des barrages.

Dans la deuxième partie de cette activité, nous allons étudier l'influence du volume retenu par le barrage, de la hauteur du barrage et de la pente de la rivière en aval. Pour cela, nous allons utiliser le modèle physique décrit ci-dessus pour mesurer : a) l'angle de l'onde de rupture du barrage, b) la profondeur moyenne et c) la vitesse ponctuelle, en fonction du temps et de la position dans l'espace. Elle permettra d'évaluer les zones les plus dangereuses en aval des barrages.

Livrables :

Méthodologie pour la modélisation des ondes de crue à la suite du déversoir sans charge

Méthode pour la modélisation des sédiments déclenchés par la rupture d'un barrage dans en terre

Méthodologie de modélisation des ondes de crues dans le lit des rivières rugueuses ou des surfaces très boisés rapide méthode pour la modélisation des ondes pleines à la suite de l'effondrement du barrage pour les surfaces rugueuses ou de la foresterie.

Méthode de modélisation de l'onde de crue sur les lits des rivières

Durée de l'activité T1-T36



*Figura 4.1 : lo sbarramento dell'invaso idroelettrico del Moncenisio.
le barrage hydroélectrique du Mont-Cenis.*

4.3 Préparation d'un plan d'urgence et mise en œuvre d'un exercice de protection civile pour un barrage en territoire transfrontalier (barrage du Mont-Cenis)

Les questions liées à la sécurité des barrages sur la région transfrontalière entre l'Italie et la France doivent être évaluées et correctement gérées par des procédures de protection civile, mais aussi par les procédures prévues dans les législations régionales et nationales.

La caractérisation des risques des scénarios est examinée principalement par le biais d'études de cas, préparés par le propriétaire et validés par le Bureau des barrages du MIT (Ministère des Infrastructures et des Transports), et par la définition des plans d'écroulement du débit de crue lors de précipitations intenses et prolongées, c'est à dire l'évaluation de la capacité d'un réservoir à laminer le flux sortant du barrage, par rapport au flux d'entrée (WP 4.1).

Les effets en aval d'une possible rupture de barrage sont étudiés par l'application de modèles hydrauliques à deux dimensions qui permettent de déterminer les zones potentiellement affectées par l'onde de rupture (WP4.2).

Les informations résultant des approches méthodologiques développées dans les WP4.1 et WP4.2 permettront de traiter la planification d'urgence liées au risque lié à la rupture d'un barrage.

Afin d'étudier les questions liées à la définition d'un plan d'urgence et de définir un plan-type applicable aux réservoirs d'importance régionale, on choisit de concentrer les actions de l'application du projet dans la définition et la mise en œuvre du Plan d'urgence du barrage du Mont-Cenis.

Le barrage hydroélectrique du Mont-Cenis a des caractéristiques uniques dans le cadre du territoire de frontière ; il se trouve entièrement sur le territoire français au col du Mont-Cenis, à une altitude de près de 2000 m, mais les effets d'une rupture du barrage affecterait seulement le territoire italien. Le volume stockable total est environ 320 millions de mètres cubes d'eau (6^{ième} plus grande retenue de France).

Les caractéristiques du scénario prévu en cas de rupture partielle ou totale du barrage déterminent l'implication potentielle de grandes zones urbaines densément peuplées des provinces de Turin, Alessandria et Vercelli.

Le plan d'urgence est basé sur des scénarios de risque liés principalement aux problèmes induits le long du cours du T. Cenischia suite : i) à l'ouverture de la vidange du barrage du Mont-Cenis ou ii) à la rupture hypothétique, même partielle et progressive, du barrage lui-même. Cet événement, caractérisé par un degré de probabilité d'occurrence faible, aurait des effets dévastateurs avec une gravité exceptionnelle sur la population et les activités humaines.

Les mesures d'urgence envisagées visent à traiter et à minimiser les effets sur la population résidente dans la région en aval du barrage et sont basées sur la nécessité d'optimiser l'utilisation de la gestion d'urgence locale, régionale et nationale.

Cet objectif peut être atteint grâce à des actions qui permettent d'abord d'augmenter la résilience de la région, grâce à une action de sensibilisation et d'information des administrateurs et du public sur la mise en œuvre du plan d'urgence, la formation des acteurs institutionnels et opérationnels gérant les services de secours, l'amélioration des capacités opérationnelles du système de la protection civile pendant les situations de crise.

Enfin, pour vérifier l'efficacité des mesures prises à cet égard, il sera organisé et réalisé un exercice de défense civile par des postes de commandement et par des actions sur le territoire, visant à tester les aspects organisationnels définis dans le plan d'urgence.

4.3.1 Création et diffusion d'outils d'information partagés au but d'élaborer et gérer le Plan d'urgence de la digue du Mont-Cenis

En 2010 la Région du Piémont a mis en place un groupe de travail, composé par le service Barrages et le service Protection civile régionale, par les Préfectures de Turin, Alessandria et Vercelli, par les Services de protection civile de la Ville Métropolitaine de Turin, des provinces d'Alessandria et Vercelli et celui de la Ville de Turin, afin d'élaborer le Plan d'urgence pour le barrage hydroélectrique du Mont-Cenis, avec le soutien du Département de la Protection Civile.

Le plan a été structuré pour être activé lorsque le gestionnaire français du réservoir émet des avis d'anomalies, enregistrées par le système de surveillance hydraulique du barrage ou liés à d'autres aspects de la gestion, codés par une documentation officielle appropriée ("CONSIGNES").

Rapidité et efficacité de l'information sur l'apparition d'un état d'alerte sont des facteurs clés pour atteindre une réduction réelle du risque pour la population résidant sur les territoires en aval du réservoir.

Parmi les actions à mettre en œuvre, l'informatisation complète du plan d'urgence et son partage sur une plate-forme web accessible à toutes les parties institutionnelles et opérationnelles impliquées dans le plan, sont donc une priorité. Ceci garantira la capacité à intégrer et à mettre à jour constamment le plan d'urgence, dont l'application est déterminée par des conditions variables.

L'optimisation des procédures pour la diffusion des messages d'alerte, y compris par l'utilisation de technologies innovantes, offrira également une alerte précoce efficace pour toutes les parties prenantes. A cet effet, nous allons mettre à jour le logiciel et les équipements électroniques utilisés dans la Salle de Contrôle régionale.

Livrables:

- 1 plan d'urgence informatisé, disponible sur une plate-forme Web
- 1 système innovant de communication des alertes

Durée de l'action: mois T1 – T36



Image 4.2 : la salle des opérations de la Région Piémont. Le but d'améliorer la communication entre les organismes institutionnels et opérationnels impliqués dans la mise en œuvre du plan d'urgence sera également atteint grâce la rénovation des systèmes de diffusion des alertes.

4.3.2 Conception et production de contenus et d'outils pour différents publics cibles, visant la diffusion efficace du Plan d'urgence du barrage du Mont-Cenis.

De par ses caractéristiques spécifiques, le Plan d'urgence du barrage du Mont-Cenis nécessite une large diffusion de l'information et des alertes aux institutions et à la population. Pour les organismes institutionnels, il s'agit de mettre en œuvre les actions énumérées dans WP 4.3.1, tandis que pour la population, il devient nécessaire la préparation d'un plan de communication spécifique, impliquant l'utilisation de différents médias de communication, y compris par l'adoption d'outils et de dispositifs technologiques innovants (optimisation des sites Web, emploi des réseaux sociaux, de systèmes optiques et acoustiques intégrés, etc.).

Il faudra d'abord effectuer une phase d'analyse préliminaire comprenant la mise en œuvre d'enquêtes sur les besoins (en termes de contenu et de mode de communication) des utilisateurs institutionnels et des citoyens à l'accès aux données et sur les informations hydrométéorologiques nécessaires en cas d'urgence.

La capacité d'une collectivité à être plus résiliente implique également la disponibilité de méthodes et d'outils pour améliorer le processus de communication dans les zones susceptibles d'être touchées par un événement lié à la rupture d'un barrage.

L'action vise donc à améliorer le système de communication entre les territoires de l'agglomération de la Ville Métropolitaine de Turin potentiellement concernés par le Plan d'urgence du barrage du Mont-Cenis et la Ville Métropolitaine elle-même.

L'action comprend donc deux activités complémentaires et liées :

- **Activité A** : mise à disposition dans les locaux des COM (Centres Opérationnels Mixtes) des informations et des supports informatiques pour la diffusion efficace du contenu du Plan d'urgence relatifs aux zones potentiellement touchées par le Plan d'urgence du barrage du Mont-Cenis. Cette activité a pour objectif ultime la résilience accrue des populations et des territoires impliqués dans le projet.

L'activité envisage donc la fourniture dans toutes les agences des COM : i) des supports multimédia sur lequel transmettre des informations à déployer, soit pendant la phase de vigilance avant crise, soit pendant celle de gestion des urgences et ii) un service de communication par le biais d'antennes paraboliques visant à améliorer la communication entre les acteurs locaux et les opérateurs qui contribuent, dans les différents étapes de la gestion du risque de rupture du barrage (prévision, prévention et gestion opérationnelle), à l'amélioration globale du niveau de la communication et d'information de la population.

- **Activité B** : investissements pour améliorer les compétences de communication dans les salles d'opération de la Ville Métropolitaine de Turin et de la Région Piémont, soit les salles officielles, soit celles mobiles qui, en cas d'urgence, sont établies pour travailler dans le domaine.

L'objectif est de fournir, à l'ensemble des acteurs du système de gestion des urgences, des outils capables d'améliorer les processus de communication : i) au sein des territoires potentiellement affectés par la situation d'urgence et ii) entre les territoires et les régions voisines qui pourraient mobiliser des moyens de secours.

Outils de Communication:

- **Plan de communication**: définition des contenus, des diagrammes, des modèles et des méthodes de communication au public (à la fois de prévention et de secours) des phases opérationnelles du plan d'urgence ;
- **Fourniture de nr. 4 totems multimédia connectés via web aux salles opérationnelles locaux** pour la diffusion des informations aux citoyens ;

- Mise à disposition pour la durée du projet, sur une base d'essai, de 4 contrats de service pour l'utilisation de moyens de communication par satellite afin d'intégrer les principaux services d'exploitation municipales dans les systèmes de communication déjà présents au sein des organismes centraux (Région Piémont et Ville Métropolitaine de Turin) ;
- Fourniture d'outils informatiques pour les salles opérationnelles fixes ;
- Amélioration de la salle opérationnelle mobile pour le soutien aux activités menées sur le territoire.

Durée de l'action: mois (T1-T36)

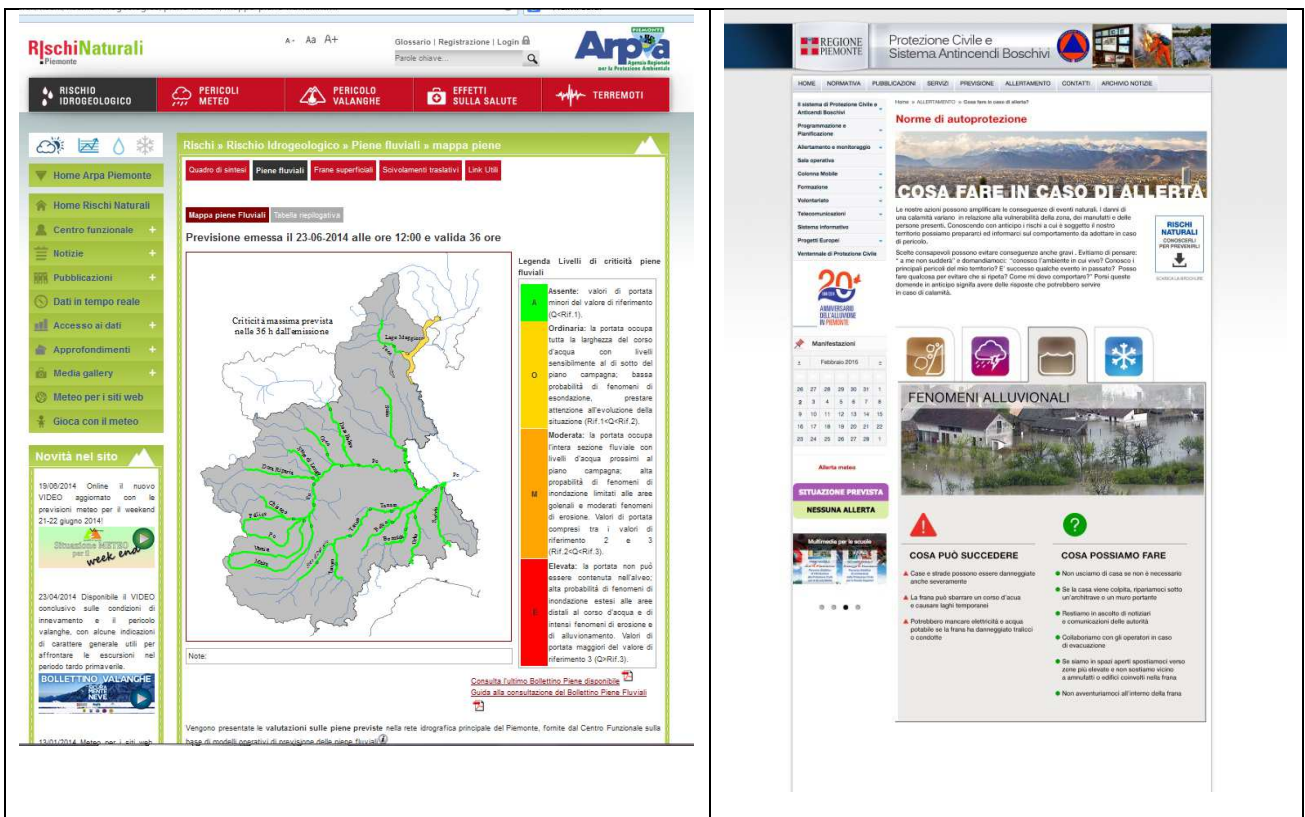


Figura 4.3 : Amélioration la communication aux citoyens accomplie grâce à l'optimisation des sites web institutionnels et à travers des campagnes d'information sur l'adoption des règles de l'auto-protection en cas d'urgence.

4.3.3 Conception et mise en œuvre d'activités de formation pour les différents acteurs impliqués dans le Plan d'urgence du barrage du Mont-Cenis par des outils éducatifs et de formation novateurs

L'action porte sur la conception et la réalisation de formations sur le risque de rupture du barrage de Mont-Cenis et sur la gestion opérationnelle d'un événement d'urgence, conçus pour les publics cibles suivants :

- Les maires du territoire de la Ville Métropolitaine de Turin impliqués dans le projet ;
- Les services techniques municipaux du territoire de la Ville Métropolitaine impliqués dans le projet ;
- Les responsables des associations de protection civile du territoire de la Ville Métropolitaine impliqués dans le projet ;
- Les gestionnaires de structures sensibles du territoire de la Ville Métropolitaine impliqués dans le projet : chef d'établissements scolaires, chefs d'entreprises situées dans les zones à risque, les gestionnaires et exploitants des structures sociales et de la santé, responsables des établissements touristiques.

L'action propose donc la conception et la mise en œuvre d'un module de formation sur 6 jours, pour un total de 30 jours, à destination des COM suivants : Susa, Rivoli, Turin, Settimo Torinese et Chivasso.

La formation sera structurée en deux activités:

- Activité A : réalisation d'activités pédagogiques relatives au barrage du Mont-Cenis et l'utilisation d'outils de communication pour une gestion efficace en cas d'urgence ;
- Activité B : réalisation d'activités didactiques et de formation visant un échantillon de différents acteurs impliqués, grâce à l'utilisation d'outils pédagogiques et de formation innovantes et capable de faire expérimenter la complexité de la gestion d'un événement de crise.

L'objectif commun de la formation est de partager avec les différents acteurs visés le contenu du Plan d'urgence du barrage du Mont-Cenis et d'améliorer la connaissance et l'utilisation des technologies de communication, pour une meilleure connaissance des événements et d'accroître la résilience des territoires dans leur ensemble.

La formation comprend la participation d'un nombre minimum de 50 participants à l'activité dans chaque territoire des COM, pour un total minimum de 300 participants.

Livrables:

- Préparation de nr . 1 " dossier de formation" différenciés selon les publics cibles, contenant le matériel de formation;
- Rédaction de nr . 2 questionnaires pour l'évaluation de la satisfaction de l'activité avec les différents publics cibles;
- Préparation de nr. 1 rapport sur les activités menées, contenant l'analyse des résultats des questionnaires de satisfaction remplis par les participants.

Durée de l'action: T1-T36

4.3.4 Conception et mise en œuvre d'un exercice transfrontalier de vérification des procédures d'urgence adoptées - Définition et application d'outils d'évaluation de l'efficacité ex - ante / ex-post.

La vérification de l'efficacité globale du plan d'urgence sera obtenue par l'exécution, dans le dernier semestre du projet, d'un exercice transfrontalier au cours duquel sera simulé, par des postes de commandement et par des actions sur le terrain, la gestion d'une situation d'urgence parmi celles mentionnées dans les scénarios de risque.

L'objectif principal sera de tester les modèles d'actions prévus dans le plan d'urgence et définir éventuellement ensuite les mesures correctives nécessaires à l'amélioration de la planification du plan d'urgence.

Livrables:

- Nr. 1 Document de planification de l'exercice transfrontalier de protection civile
- Nr. 1 Déroulement de l'exercice transfrontalier de protection civile;
- Nr. 1 Document d'analyse pour l'amélioration de la planification d'urgence.

Durée de l'action : mois T6-T36

9. Coûts - Liste détaillée des coûts

10. Indicateurs

- a. de résultat du programme
- b. de réalisation / output de projet