



**Interreg**



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO - IT FR - MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*La cooperazione al cuore del  
Mediterraneo*

*La coopération au coeur de la  
Méditerranée*

## PROJET T.R.I.G-Eau

# *Transfrontalier, Résilience, Innovation et Gouvernance pour la prévention des Risques Hydrologiques*

**PROGRAMME COMMUNAUTAIRE MARITTIME ITALIE FRANCE**

**2014-2020**



**Produit T.1.2.2**

**Rapport sur les bonnes pratiques**

**Composante T1**

Groupe de travail

Simone Maria Piacentini, Stefano Natali, Andrea Mazzuoli, Rudy Rossetto  
(Scuola Superiore Sant'Anna, Pise, Italie)



# Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO - IT FR - MARITIME



La cooperazione al cuore del Mediterraneo

La coopération au coeur de la Méditerranée

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

# Infrastructures Bleues/Vertes et Mesures Non Structurelles

## *Pour l'atténuation du risque hydraulique en milieu urbain et périurbain*



### T.R.I.G.-Eau: qu'est-ce que c'est

Le projet TRIG-Eau (transfrontalier, résilience, innovation et gouvernance pour la prévention des risques hydrologiques) du programme INTERREG - ITALIE FRANCE MARITTIME vise à améliorer la capacité des institutions publiques à prévenir et gérer le **risque hydraulique en milieu urbain et périurbain** et à faire face aux nouveaux défis posés par le **changement climatique** dans les régions Ligurie, Sardaigne, Toscane et Région Sud.

Le projet vise à **développer la résilience territoriale** en promouvant un modèle de gouvernance de ressources en eau, en utilisant des approches innovantes telles que **la consultation publique-privée** et l'utilisation **d'infrastructures bleues/vertes**.

L'objectif final est l'élaboration d'un document de recommandations politiques (policy paper) permettant de reproduire le modèle expérimenté par le projet dans d'autres institutions de la zone transfrontalière et de favoriser l'application de la Directive-cadre sur l'Eau (2000/60 / CE).

### Motivations:

L'expansion progressive des zones urbanisées implique une forte accélération du processus d'imperméabilisation des sols, dû au revêtement permanent en matériaux artificiels des bâtiments, des espaces publics et des infrastructures. Si nous combinons les effets du changement climatique (précipitations de plus en plus intenses et soudaines, sécheresse et effet d'îlots de chaleur), l'impact est le suivant :

1. réduction du temps de concentration des eaux pluviales menant à une intensification des phénomènes d'inondation;
2. réduction de la quantité d'eau qui s'infiltrerait naturellement dans le sol et dans les nappes phréatiques;
3. augmentation de la quantité d'eau s'écoulant superficiellement (ruissellement), entraînant une augmentation de l'érosion des sols, du transport de solides et de la pollution de l'eau;
4. construction de "collecteurs" d'eau toujours plus grands et plus coûteux;
5. réduction des services écosystémiques et paysagers fournis par la surface libre du.

L'imperméabilisation des sols est l'un des effets de l'urbanisation qui affecte les systèmes environnementaux et le cycle hydrologique.

Ce document a pour objectif de présenter et de promouvoir la diffusion des connaissances sur les types d'infrastructures bleues/vertes, ainsi que sur les mesures non-structurelles étant l'objet des activités du projet TRIG-Eau, telles que les Systèmes de Drainage Durables, La remise en état des eaux de surface, pour la résilience des territoires et la mitigation des risques hydrauliques.

## ● Systèmes de Drainage Durables

Les eaux météoriques sont généralement gérées par des systèmes de drainage ayant pour objectif de réguler les eaux de ruissellement, permettant ainsi d'atténuer le risque hydraulique, géomorphologique et de dispersion des contaminants.

L'approche traditionnelle vise à éliminer les eaux météoriques le plus rapidement possible en les dirigeant vers les eaux réceptrices, grâce aux tuyaux du système d'égout. Les eaux sont souvent riches en substances (métaux et hydrocarbures, par exemple) difficiles à gérer par les épurateurs urbains, et sont ensuite rejetées dans les eaux réceptrices. De plus, l'augmentation du ruissellement de surface est difficile à gérer avec les infrastructures conventionnelles existantes.

Les systèmes de drainage durable (*Sustainable Drainage Systems, SuDS*) visent à atténuer le risque hydraulique en préservant la durabilité du cycle hydrologique en milieu urbain / périurbain. Les *SuDS* sont conçus pour augmenter la perméabilité des tissus urbains et la présence de végétation en favorisant les processus d'infiltration, en favorisant la requalification environnementale, la biodiversité et en augmentant la valeur récréative et économique des lieux.

Les processus de filtration / infiltration et la présence de systèmes de végétation favorisent également l'élimination des polluants par des processus physico-chimiques et biologiques. Le *SuDS* envisage la possibilité de mettre en place de nombreux types **D'INFRASTRUCTURES BLEUES ET/OU VERTES** décentralisées, ayant une influence positive sur le taux d'infiltration locale, la capacité de stockage

(souterraine ou dans des bassins), le ruissellement de surface et la fragmentation des cours d'eau. Ces systèmes incluent des solutions techniques telles que des bandes filtrantes, des canaux végétalisés, des tranchées drainantes, des toits verts, des sols perméables.

À droite : le bassin de rétention de ce parc collecte les eaux de pluie des zones imperméabilisées environnantes. La ligne en pointillé est le fossé pour le débordement.

Parco Praticelli, San Giuliano Terme (Pisa), Toscana



## ● Infrastructures bleues/vertes

Les infrastructures bleues/vertes sont des interventions, technologies et pratiques qui utilisent les caractéristiques naturelles de l'environnement en favorisant les processus d'infiltration, d'évaporation et d'autoépuration inhérents au cycle hydrologique naturel. Les infrastructures vertes, en outre, fournissent un large éventail de services écosystémiques, c'est-à-dire les services que les populations reçoivent en dehors des écosystèmes, notamment : capacité de régulation du climat, formation de sols fertiles, purification de l'air et de l'eau, recyclage des nutriments.



Ci-dessus : exemple d'un parking perméable pour préserver l'infiltration e protéger la valeur urbaine de la zone. San Giuliano Terme (Pisa), Toscana



### Ouverture de cours d'eau

Fréquemment, dans les zones urbaines et périurbaines, des cours d'eau ont récemment été enfouis pour servir d'égouts, laisser place au développement urbain, limiter les risques hydrauliques et les urgences sanitaires. Mais les conditions météorologiques changeantes et l'imperméabilisation des surfaces qui en ont découlé ont augmenté le risque hydraulique au fil du temps, rendant les sections de sortie insuffisantes pour permettre le passage des nouveaux pics d'écoulement. De plus, les matériaux solides en suspension ou au fond de l'eau (arbres, sédiments, déchets, etc.) peuvent obstruer la partie enterrée, bloquer la section d'entrée et donc provoquer une inondation. Outre ces problèmes, l'enfouissement réduit l'intégrité écologique locale, privant l'environnement urbain d'un élément de grande utilité.

L'ouverture est la première étape pour restaurer les conditions naturelles d'un plan d'eau fortement altéré. C'est une opération qui ramène une rivière ou un canal à ciel ouvert, la transformant en une infrastructure bleue / verte pour favoriser :

- la réduction du risque hydraulique par l'élargissement de la section d'écoulement, la reconfiguration du lit de la rivière et la reconnexion du cours d'eau aux plaines inondables ;
- la requalification écologique et urbaine;
- l'atténuation de l'effet d'îlot de chaleur dans les villes;
- des économies énergétiques et économiques dues à la réduction des volumes traités par les épurateurs grâce

à la séparation des eaux vives du réseau des égouts;

- l'amélioration de la qualité des eaux usées sortant des stations d'épuration;
- l'atténuation de la pollution sonore urbaine grâce au son des eaux en mouvement;
- l'affirmation de l'identité régionale car la combinaison des zones terrestres, aquatiques, de rives et de ponts est propre à chaque région;
- la possibilité d'offrir des attractions récréatives et éducatives, ainsi que d'agrandir les zones piétonnes et cyclables.

Les opérations de réouverture réussies permettent de réduire les risques hydrauliques et d'améliorer le cours d'eau sur les plans écologique et chimique. Dans la mesure où une réouverture affecte nécessairement l'espace public, elle doit être intégrée dans un plan présentant une vue d'ensemble des différentes utilisations du sol dans une zone, faisant de l'intervention un élément fonctionnel d'un projet de développement urbain et écologique.

Dans les cours d'eau où il y a une contamination chimique et biologique de l'eau, le risque de pollution est présent lorsque l'intervention reconnecte les eaux de surface avec les eaux souterraines, avec risque de contamination des eaux souterraines. Cela peut être évité en créant des barrières de faible perméabilité sous le lit de la rivière ou en maintenant la partie inférieure du canal, déconnectée de la nappe phréatique.



Opérations d'élimination de la couverture fluviale Ondaine, Chambon Feugerolles



Etat actuel du fleuve Ondaine, après l'intervention de réouverture et réaménagement de la rivière

## Entretien des cultures en terrasses

Les cultures en terrasses sont le résultat d'anciennes techniques de modification morphologique et d'aménagements hydrauliques, agraires et forestiers, ayant pour but d'augmenter les surfaces cultivables et de réguler le débit sortant d'eau en excès par rapport à la capacité de rétention du sol.

Les cultures en terrasses sont constitués de trois éléments principaux: la terrasses, le système de drainage local et le système de drainage global. Les terrasses sont des remblais caractérisés par un talus et une surface cultivable. Le talus est l'élément qui retient la surface plane. La méthode de construction la plus emblématique est la cloison sèche. La culture en terrasses est complété par le réseau de canaux et de structures de drainage qui permettent d'évacuer les crues en aval.

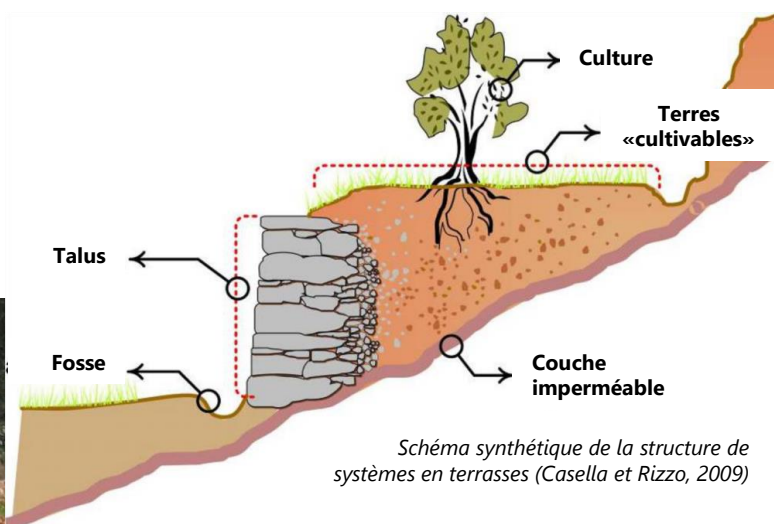
En Europe, la culture en terrasses a progressivement été abandonnée à cause du coût élevé de la main-d'œuvre nécessaire à leur entretien, indispensable pour éviter l'effondrement des murs et les obstructions du réseau de drainage. Dans ces derniers cas, les cultures en terrasses perdent leur capacité à drainer les eaux de ruissellement, ce qui augmente les risques de glissements de terrain et d'inondations. Ce n'est qu'après plusieurs décennies que le développement de la végétation naturelle et de son système racinaire permet de stabiliser les sols et d'atteindre un nouvel équilibre structurel réduisant les facteurs de risque.

La récupération de la culture en terrasses et leur entretien sont donc nécessaires pour la protection des zones habitées en aval. Les techniques qui peuvent être utilisées sont traditionnelles, éventuellement soutenues par des techniques d'ingénierie naturalistes, uniquement dans des cas exceptionnels avec des mortiers et des liants. Les programmes de financement consacrés à la préservation de ce patrimoine agricole et paysager, nécessaires pour faire face aux coûts élevés, sont également des outils fondamentaux.

La récupération des cultures en terrasses fait l'objet de l'attention de diverses organisations internationales et d'associations à but non lucratif (rassemblées en Europe dans le cadre du Forum européen Dry-Stone). Les associations jouent un rôle important dans la préservation, la promotion et la transmission des techniques de construction et d'entretien des ouvrages hydro-agricoles structurant les cultures en terrasses, augmentant ainsi la sensibilité et la sensibilisation des communautés locales à travers des initiatives pratiques et de recherche.



Détail d'un système de terrasses toscanes



### Mesures non structurelles

La construction d'infrastructures pour gérer les risques hydrauliques et la résilience au changement climatique nécessite d'énormes ressources économiques. D'autres mesures contribuant à l'atténuation des risques, appelées mesures non structurelles (MNS), sont donc également fondamentales. Celles-ci utilisent des connaissances, des pratiques ou des accords pour réduire l'exposition des personnes et des biens aux dangers.

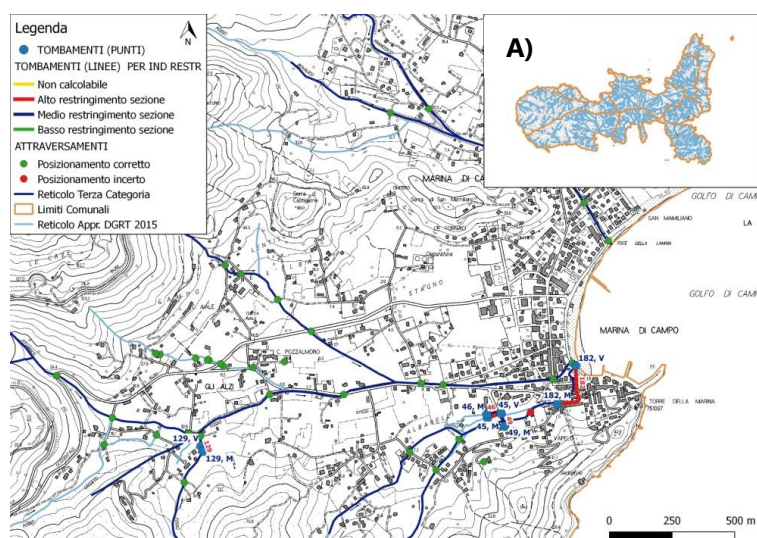
Les MNS comprennent: la planification participative et la gouvernance territoriale (indiquées dans la Directive-cadre sur l'Eau 2000/60 / CE et la Directive sur les Inondations 2007/60 / CE), les actions de coordination entre différents organismes et institutions, les méthodes de financement, les études sur l'impact et le risque pour l'environnement, la surveillance des éléments de risque, les systèmes d'alerte et de prévision, les actions de préparation et de sensibilisation à destination des populations et des autorités locales sur les événements à risque, etc.

Toutes ces mesures contribuent à réduire les dommages matériels et les vies humaines succombant à un à des événements dévastateurs. Ces mesures peuvent être mises en œuvre par de multiples acteurs aux échelles nationale et européenne, et individuelle, (institutions, associations socioculturelles, bénévolat, organisations non gouvernementales).

Les mesures d'atténuation des risques hydrauliques sont principalement financées par des fonds publics. Un financement supplémentaire, synonyme de stabilité, peut encourager des décisions d'investissement basées sur des impacts sociaux et écologiques.

L'approche participative et la gouvernance sont des outils utiles pour comprendre les complexités locales, prendre en compte les changements politiques et sociaux, permettre aux institutions et aux experts de se prononcer sur les mesures les mieux adaptées aux spécificités locales et à la réactivité de la population.

Les processus de sensibilisation et de préparation de la population aux risques visent à familiariser les personnes aux risques présents dans la région et à préparer des systèmes d'intervention d'urgence décentralisés. Parmi les nombreux projets évoqués, citons le projet SicuraMente de LARES ITALIA, cofinancé par le Département National de la Protection Civile, ayant pour but de former des étudiants universitaires et des lycéens de deuxième cycle aux questions de la prévention et de la protection contre les risques naturels.



- A) *Élaboration cartographique GIS du recensement des sections piégées dans les fossés de Campo nell'Elba (LI);*
- B) *réunions avec des volontaires pour des activités éducatives dans les écoles, Camogli (GE);*
- C) *réunion des parties prenantes lors des processus participatifs pour la rédaction du contrat Fiume Serchio (LU);*
- D) *Visite au Département national de la protection civile des lycées du second degré dans le cadre du projet SicuraMente de LARES ITALIA.*



## Enquête sur la gestion actuelle des risques hydrauliques en milieu urbain et périurbain et sur les stratégies innovantes d'atténuation

Dans le cadre du projet, un recensement a été effectué pour caractériser les zones concernées. Ce recensement a pris en compte les stratégies locales de prévention et de réduction des risques hydrauliques urbains / périurbains, les systèmes de drainage mis en œuvre, la législation existante et les mises à jour prévues et/ou nécessaires des stratégies actuelles. La caractérisation fournit également un cadre sur les attitudes locales vis-à-vis des systèmes alternatifs de drainage urbain (SuDS), le démantèlement des cours d'eau et/ou des mesures non structurelles (telles que le partage public / privé des responsabilités, la sensibilisation et la culture du risque, des incitations fiscales et financière).

Le recensement a été réalisé à travers un questionnaire adressé à un large éventail de parties prenantes : administrations publiques, consortiums de régénération hydraulique, autorités de bassin, mais également des instituts de recherche, bureaux de conseil technico-scientifiques, associations professionnelles et de volontariat (protection de l'environnement et / ou civile), autre.

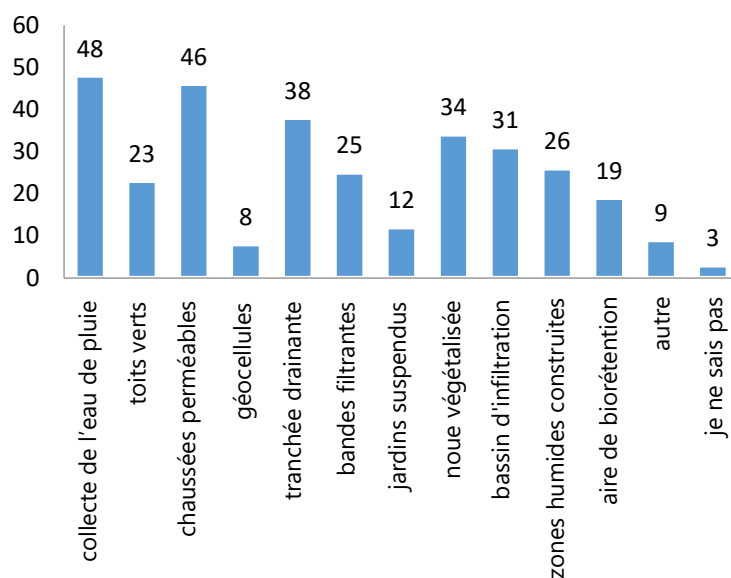
Au total, 71 questionnaires ont remplis par autant d'acteurs, dont 36 d'organisations dotées de pouvoirs de décision, de contrôle et / ou de financement, permettant ainsi de planifier des stratégies d'atténuation des risques hydrauliques urbains / périurbains. Les 35 questionnaires restants donnent un aperçu des secteurs susceptibles d'influencer et de participer aux décisions prises par le premier groupe de parties prenantes, grâce aux connaissances techniques / scientifiques ou à des activités sociales.

Les sujets interrogés proviennent pour la plupart de régions côtières, de plus de 50 000 habitants, à orographie variable et où la présence de cours d'eau de surface avec certaines sections est largement répandue.

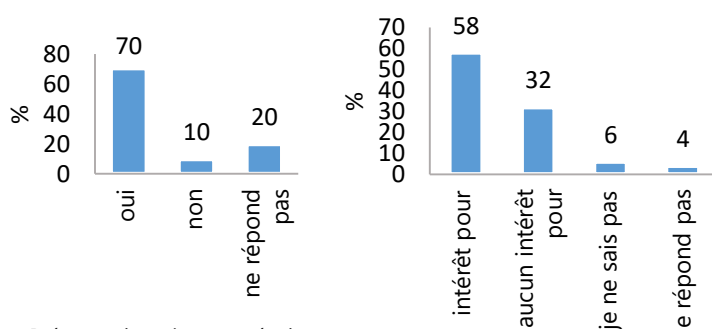
Les résultats du recensement montrent que la mise à jour des stratégies de lutte contre le changement climatique est considérée comme un besoin général. La réglementation en vigueur en matière de drainage dans les zones du projet prévoit l'utilisation de réseaux d'égouts séparés et mixtes, avec la présence occasionnelle d'autres infrastructures. Les acteurs interrogés montrent un intérêt très variable pour l'utilisation d'approches alternatives d'atténuation des risques. Principalement, s'ils sont utilisés, il s'agit de techniques de collecte de l'eau de pluie et de chaussées

perméables, certaines administrations locales ne connaissant ni n'utilisant aucune de ces techniques.

La diffusion partielle des connaissances sur les approches alternatives constitue la principale limite à leur mise en œuvre. L'utilisation de mesures économiques incitatives et de sensibilisation sont reconnues comme des outils utiles pour promouvoir la diffusion d'approches alternatives de la gestion du drainage urbain.

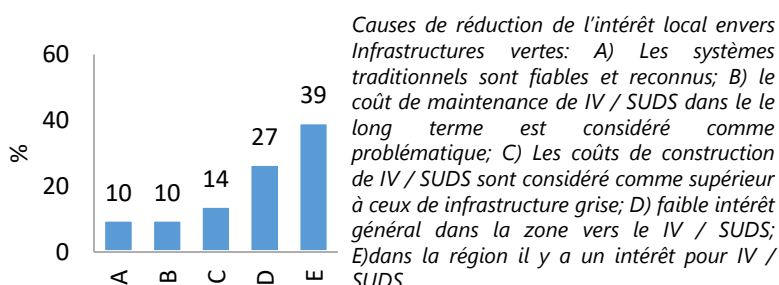


Types d'infrastructures vertes pour lesquelles un intérêt a été manifesté par les 71 parties prenantes des zones



Présence de traits enterrés de cours d'eau dans les zones d'intérêt des interviewés

Réponses fournies par les sujets ou aes traits enterrés sont présents demandé s'il y avait un intérêt dans la région vers opérations de Réouverture



Causes de réduction de l'intérêt local envers Infrastructures vertes: A) Les systèmes traditionnels sont fiables et reconnus; B) le coût de maintenance de IV / SUDS dans le long terme est considéré comme problématique; C) Les coûts de construction de IV / SUDS sont considérés comme supérieurs à ceux de infrastructure grise; D) faible intérêt général dans la zone vers le IV / SUDS; E) dans la région il y a un intérêt pour IV / SUDS



### Exemples de bonnes pratiques

#### Quelques expériences de gestion des risques hydrauliques avec des systèmes de drainage durables (SuDS)

- **Stationnement perméable**, San Giuliano Terme (Pise), Toscane, Italie
- **Bassin de rétention**, San Giuliano Terme (Pise), Toscane, Italie
- **Parco dell'Acqua**, Gorla Maggiore (Varèse), Lombardia, Italie
- **Usine de phytodépuration à San Niccolò**, Vecchiano (Pise), Toscane, Italie
- **Gestion innovante des eaux pluviales**, Nice Méridia, Métropole Nice Côte d'Azur, Alpes-Maritimes, France

#### Quelques expériences de réouverture des cours d'eau (Dt)

- **Section urbaine de la rivière Dora Riparia**, Turin, Piémont, Italie
- **Section urbaine de la rivière Marzenego**, Venise, Vénétie, Italie
- **Section urbaine du Ru d'Orval**, Canteleu, Picardie, France
- **Section urbaine de la rivière Ravensbourne**, Bromley, Londres, Angleterre
- **Section urbaine de l'Ondaine**, Chambon Feugerolles, Auvergne Rhône-Alpes, France

#### Quelques expériences de maintenance de systèmes en terrasses (MST)

- **Récupération de terrasses dans l'entreprise agricole** de Calci (Pise), Toscane, Italie
- **Création d'une coopérative pour la récupération du paysage agricole en terrasses**, Camogli (Gênes), Ligurie, Italie
- **Collectif des Artisans de pierre sèche**, Camogli (Gênes), Ligurie, Italie

- **Fourniture gratuite du matériel et de la main-d'oeuvre** dans le Parc National des Cinque Terre, Ligurie, Italie
- **Appel de financement pour l'entretien des murs en pierre sèche**, Toscane, Italie

#### Quelques expériences de mesures non structurelles pour la résilience territoriale et l'atténuation des risques hydrauliques (MNS)

- **Contrat de Fiume Serchio**, Bassin de la rivière Serchio, Toscane, Italie
- **Actions d'éducation à l'environnement pour la résilience, Labter**, municipalités de Santa Margherita Ligure, Camogli et Portofino (Gênes), Ligurie, Italie
- **Séminaires sur «Les territoires de l'eau et le changement climatique. Régénération urbaine et gestion des risques hydrauliques»**, Municipalité de Solarussa (Oristano), Sardaigne, Italie
- **SicuraMente, LARES ITALIA**, Université de Florence, Pérouse, Sassari, Vérone, Polytechnique de Milan, Italie
- **Détection de sections de cours d'eau**, Isola d'Elba (Livourne), Toscane, Italie

Pour en savoir plus sur les cas individuels présentés, voir le manuel:



#### BIBLIOGRAPHIE

Casella e Rizzo (2009). La gestione delle sistemazioni idraulico - agrarie nel Monte Pisano - Schede descrittive e operative. Pisa: Scuola Superiore Sant'Anna. Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil, du 23 octobre 2000, établissant le cadre pour une action communautaire dans le domaine de l'eau Directive 2007/60/CE du Parlement européen et du Conseil, du 23 octobre 2007, relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation.

**Auteurs:** S. M. Piacentini<sup>a</sup>, S. Natali<sup>a</sup>, A. Mazzuoli<sup>a</sup>, R. Rossetto<sup>a</sup>

Affiliation: <sup>a</sup> Scuola Superiore Sant'Anna, Pise, Italie

Contacts: <http://interreg-maritime-eu/web/t.r.i.g-eau>

#### CONTACTS DU COORDONNATEUR DU PROJET

Consorzio di Bonifica 5 Toscana Costa

Alessandro Fabbrizzi, email: [alessandro.fabbrizzi@cbtoscanacosta.it](mailto:alessandro.fabbrizzi@cbtoscanacosta.it)  
Via degli Speciali, 17 – Campiglia Marittima (LI) - 57021