



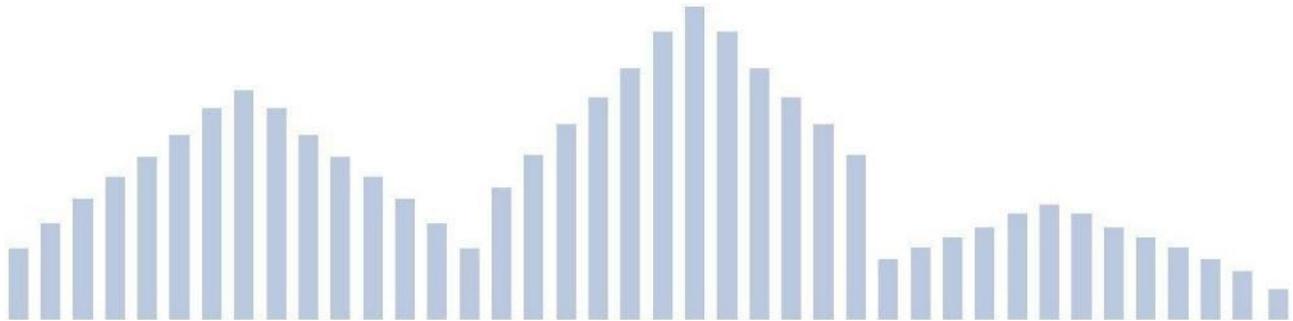
Interreg



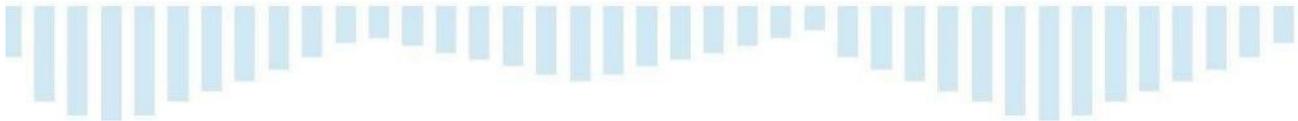
UNION
EUROPÉENNE

MARITTIMO – IT FR– MARITIME

Fonds européen de développement régional



Plan local d'adaptation aux changements climatiques pour le risque d'inondations de la commune de Vado Ligure Extrait



12 juillet 2019

TURCONI LAURA *CNR IRPI Siège secondaire de Turin*
LUINO FABIO *CNR IRPI Siège secondaire de Turin*
ROCCATI ANNA *CNR IRPI Turin, Chercheuse*

Ont participé à la rédaction du texte et au recueil des données :

Mme Barbara Bono et M. Davide Ricci

*La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée*



Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica





Interreg



UNION
EUROPÉENNE

MARITTIMO – IT FR– MARITIME

Fonds européen de développement régional



SOMMAIRE

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | INTRODUCTION..... | 3 |
| 1.1 | Préambule..... | 5 |
| 2 | ANALYSE TERRITORIALE POUR LA CARACTERISATION DES CRITICITES LOCALES | 7 |
| 2.1 | Les principales transformations du territoire de la commune de Vado Ligure..... | 7 |
| 2.2 | Événements critiques passés d'un point de vue géohydrologique..... | 8 |
| 3 | EVALUATION DES CRITICITES LOCALES | 14 |
| 4 | SYNTHESE DU PROFIL CLIMATIQUE LOCAL..... | 15 |
| 4.1 | Analyse de l'évolution pluviométrique dans la station de Vado Ligure - Istituto Nautico..... | 17 |
| 5 | STRATEGIES D'ADAPTATION..... | 21 |
| 5.1 | Actions pour améliorer les conditions géohydrologiques de la zone examinée | 23 |
| 5.2 | Actions pour augmenter la résilience de la population et des biens à risque..... | 28 |
| 5.3 | Actions d'amélioration de la <i>gouvernance</i> | 29 |
| 6 | APPLICATION DES ACTIONS D'ADAPTATION, DE CONTROLE ET D'EVALUATION | 30 |
| 6.1 | Contrôle du plan | 31 |
| 6.2 | Suivi du risque et de la vulnérabilité | 33 |
| 6.3 | Suivi des actions..... | 35 |
| 7 | CONCLUSIONS..... | 36 |



Interreg



MARITTIMO – IT FR–MARITIME

Fonds européen de développement régional



1 INTRODUCTION

Ces dernières années, nous avons entendu parler de « changement climatique » de plus en plus fréquemment. Tout le monde peut voir à la télévision, sur internet ou sur les journaux des images de la comparaison, par exemple, d'un glacier identique qui en un siècle seulement a fortement fondu, voire pratiquement disparu. Ce sont des images impressionnantes qui frappent l'opinion publique qui se demande : « Mais le climat est donc effectivement en train de changer ? ».

S'il change, même rapidement, notre grande capacité d'adaptation (la soi-disant résilience, terme désormais devenu lieu commun), devra faire en sorte que notre vie change en anticipant les effets négatifs, en adoptant les mesures appropriées pour prévenir ou minimiser le dommage qu'ils peuvent causer ou utiliser les opportunités éventuelles qui peuvent apparaître. Il est sûr que l'action de prévention, si elle est bien planifiée, peut permettre d'économiser de l'argent, de préserver la nature, les biens et surtout les vies humaines.

Les exemples de mesures d'adaptation peuvent inclure l'utilisation plus efficace de ressources hydriques limitées ; l'adaptation des codes de construction aux futures conditions climatiques et aux événements météorologiques extrêmes ; la réalisation de défenses plus conformes contre les inondations ; le développement de cultures résistantes la sécheresse ; la choix d'espèces d'arbres et de pratiques forestières moins vulnérables aux conditions atmosphériques contraires et aux incendies.

Des stratégies d'adaptation sont désormais nécessaires à tous les niveaux, non seulement international mais aussi national, et surtout au niveau local où des initiatives d'adaptation devront être prises justement à cause de la gravité et de la nature différentes des impacts climatiques.

La Commission européenne a adopté une stratégie d'adaptation en avril 2013, qui a été favorablement accueillie par les états membres. En complément des activités des états membres, la stratégie soutient l'action en favorisant une coordination et un partage accrus des informations entre les états membres et en garantissant que les considérations sur l'adaptation soient traitées dans toutes les politiques de l'UE.

Le rôle de l'UE devient très important si les impacts des changements climatiques dépassent les frontières de chaque état (comme les bassins fluviaux) et quand les impacts changent considérablement entre les régions. Le rôle de l'UE peut être particulièrement utile pour renforcer la solidarité entre les états membres et garantir que les régions désavantagées et celles plus touchées par les changements climatiques soient en mesure d'adopter les mesures nécessaires pour s'adapter.

Le changement climatique se fait déjà ressentir en Italie, dans toute l'Europe et dans le reste du monde. Les événements météorologiques extrêmes deviennent plus fréquents ou plus intenses, causant la perte de vies humaines et endommageant les infrastructures avec de graves dommages économiques. Le dernier rapport du Groupe intergouvernemental d'experts sur les changements climatiques (IPCC) des Nations Unies indique, par exemple, qu'il est probable que les inondations soudaines augmentent dans toute l'Europe, avec les inondations hivernales dans les régions maritimes (et les marées de fin octobre-début novembre 2018 en Ligurie en sont le témoignage). Entretemps, les ressources hydriques dans une grande partie de l'Europe centrale et méridionale deviendront de plus en plus faibles. Les impacts importants du changement climatique modifieront les environnements naturels et auront des conséquences sociales et économiques importantes pour le reste de ce siècle et au-delà.



Interreg



UNION
EUROPÉENNE

MARITTIMO – IT FR–MARITIME



Fonds européen de développement régional

Réduire les émissions de bioxyde de carbone (CO₂) et d'autres gaz à effet de serre sera juste, et pas uniquement essentiel pour combattre le réchauffement mondial. Mais même si nous bloquions dès aujourd'hui toutes les émissions de gaz, le climat continuerait de changer en raison des émissions déjà présentes dans l'atmosphère. L'Italie et l'Europe doivent donc se préparer rapidement à vivre avec un climat qui change et continuera de changer, sans que nous sachions à quel point. Le vrai défi du futur est le suivant : s'approcher le plus possible d'une prévision correcte.

Nous pourrions protéger les approvisionnements hydriques grâce à des techniques de gestion durable ; nous sommes capables de protéger notre production alimentaire en développant des cultures résistantes à la sécheresse ; nous sommes en mesure de résister à des tempêtes avec de meilleures défenses contre les inondations et des systèmes d'alerte fonctionnels. En s'adaptant aux impacts actuels et futurs des changements climatiques, nos sociétés peuvent renforcer leur capacité de résistance à ces changements.

Les motivations économiques pour agir sont fortes. En effet, on estime que le coût pour l'UE de la « non adaptation aux changements climatiques » serait d'au moins 100 milliards d'euros par an d'ici 2020 et au moins 250 milliards d'euros par an d'ici 2050. Avec l'adaptation, les coûts pourraient être fortement réduits. Par exemple, 1 000 euro investis dans la protection contre les inondations maintenant pourraient éviter des dommages supplémentaires de 6 000 euros dans un second temps.

En outre, l'adaptation sauvera des vies et protégera les moyens de subsistance. La vague de chaleur de 2003 en Europe du Sud tua près de 70 000 personnes, alors qu'une vague de chaleur en 2010 causa des incendies dans une grande partie de l'Europe sud-orientale et une sécheresse en Russie qui réduisit fortement les récoltes de blé. Les mesures d'adaptation peuvent également créer des opportunités et des postes de travail, par exemple dans des secteurs tels que les technologies agricoles ou le bâtiment.

Les changements climatiques auront un impact différent sur tous les pays de l'UE, mais ils sont tous exposés. La Commission européenne a donc mis en œuvre une stratégie d'adaptation de l'UE destinée à rendre l'Europe plus résiliente aux changements climatiques. La stratégie fournit un cadre pour faire face aux impacts actuels et futurs d'un climat changeant. Les priorités principales sont au nombre de trois : promouvoir l'action des pays de l'UE, construire l'adaptation aux changements climatiques dans les politiques et dans les programmes de l'UE et mieux informer le processus décisionnel en comblant les lacunes restantes de la connaissance de l'adaptation.

La Commission européenne encourage tous les pays de l'UE à développer et à mettre en œuvre des stratégies nationales pour l'adaptation aux changements climatiques. Elle soutient les états membres dans le développement de leurs capacités d'adaptation et l'action, par exemple avec des financements, des informations et des initiatives telles que le réseau « Maires adaptés » pour les villes et les autorités locales. La Commission travaille également à l'intégration des mesures d'adaptation dans divers secteurs politiques au niveau de l'UE. Les secteurs prioritaires comprennent l'énergie et les transports. Des orientations sont également fournies pour l'intégration accrue de l'adaptation dans le cadre de la politique agricole commune (PAC) et de la politique de cohésion. Un Livre vert sur l'assurance des catastrophes naturelles et provoquées par l'homme représente un premier pas vers l'encouragement des assureurs à mieux gérer les risques liés aux changements climatiques. Un effort particulier est fait pour intégrer l'action pour le climat dans les fonds structurels et d'investissement européens. Ces fonds constituent près de 43 % du bilan de l'Union sur la période 2014-2020. On estime que les dépenses liées au climat dépassent 110 milliards d'euros, près d'un quart des fonds.



Interreg



MARITTIMO - IT FR - MARITIME

Fonds européen de développement régional



Étant donné que l'adaptation est un domaine politique relativement récent, il est nécessaire de disposer de davantage d'informations sur ses coûts et ses bénéfices ainsi que sur les analyses au niveau régional et local. Les responsables politiques et les professionnels ont également besoin d'instruments pour supporter le processus décisionnel et le suivi et l'évaluation des efforts d'adaptation du passé. Le programme de l'UE pour la recherche et l'innovation H2020 fera face à ces lacunes en investissant dans la science et en faisant la promotion de l'innovation pour affronter les défis de la société en Europe. L'action pour le climat est une question transversale dans de nombreux domaines de H2020. La Commission européenne facilite également le partage des connaissances à travers des initiatives telles que la plate-forme Climate-ADAPT, un « portail unique » pour les informations relatives à l'adaptation.

1.1 Préambule

L'objet de ce rapport est de présenter le plan d'adaptation local aux changements climatiques de la commune de Vado Ligure.

Le présent document représente un extrait du plan délivré le 16/06/2019, sur demande de la commune de Vado Ligure pour des besoins conceptuels.

Après avoir examiné les résultats du profil climatique, produit par la Fondation Centre Euro-Méditerranéen sur les Changements Climatiques (CMCC) les problématiques géohydrologiques du territoire concerné ont été examinées sur la base de la documentation historique repérée et des visites de site dûment effectuées.

Sur la base des directives, le **plan d'adaptation au risque d'inondations** a été rédigé pour la commune de Savone par le personnel CNR IRPI Siège secondaire de Turin, comme prévu par la Convention entre le CNR-IRPI et la commune de Savone (prot. 12092/2019 du 21/05/2019).

Pour le déroulement de l'étude cognitive, une importance particulière a été donnée à une **recherche historique ciblée et approfondie sur les événements de crue et d'éboulement qui ont concerné le territoire étudié, jamais réalisée par le passé dans cette zone**, également relativement aux transformations induites par l'homme.

Pour l'analyse du contexte climatique, il a été nécessaire d'évaluer ce qui a été induit par le Profil Climatique et par l'examen des données pluviométriques obtenues grâce à la consultation appropriée des annales hydrologiques de différentes stations d'enregistrement. Ces données ont été examinées pour évaluer sur une période temporelle plus étendue les situations significatives éventuelles également pour les corrélations avec l'analyse des événements historiques ayant une criticité géohydrologique.

La ville de Vado Ligure sera engagée dans une approche de développement durable pour adapter la zone urbaine aux scénarii du changement climatique.

En outre, à l'occasion du Séminaire de présentation du projet ADAPT « Assister l'aDAptation aux changements climatiques des systèmes urbains de l'esPace Transfrontalier » (Savone, 10 octobre 2017), qui a représenté le moment principal de diffusion et d'information des objectifs et de l'architecture du projet européen, la commune de Vado Ligure conjointement avec les autres participants à l'événement, a établi l'engagement en vue de la préparation d'une stratégie plus incisive et partagée de soutien aux territoires face aux défis présentés par le climat, constituant et signant le **Partenariat urbain pour l'adaptation (PUA)**. Ce document représente une structure de gouvernance



Interreg



UNION
EUROPÉENNE

MARITTIMO – IT FR– MARITIME



Fonds européen de développement régional

composée des représentants de la société civile. Le document a été signé par la Province de Savone, par les communes de Savone et Vado Ligure, par l'Université des études de Florence, par le C.N.R. Istituto di Geoscienze e Georisorse, par le Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici, par l'ARPAL Ligurie, par l'ARPA Piémont et par l'ARPA Emilie Romagne, par la Fondation CIMA, par la commune de Sestri Levante, par l'Ordre régional des géologues de la Ligurie et par la société Atene s.r.l. Ce partenariat active un parcours de conception partagée *bottom-up* qui permet à chaque acteur du partenariat d'apporter sa propre contribution à la rédaction d'un plan d'adaptation au changement climatique destiné à déterminer les vulnérabilités de chacun des territoires et à déterminer des actions correspondantes pour augmenter la résilience des territoires. La commune s'est également engagée dans une série d'*ateliers* et de nombreuses activités de dissémination.



2 ANALYSE TERRITORIALE POUR LA CARACTERISATION DES CRITICITES LOCALES

Le présent chapitre examine les caractéristiques du territoire de Vado Ligure, ses transformations et décrit l'étendue importante de la recherche historique réalisée.

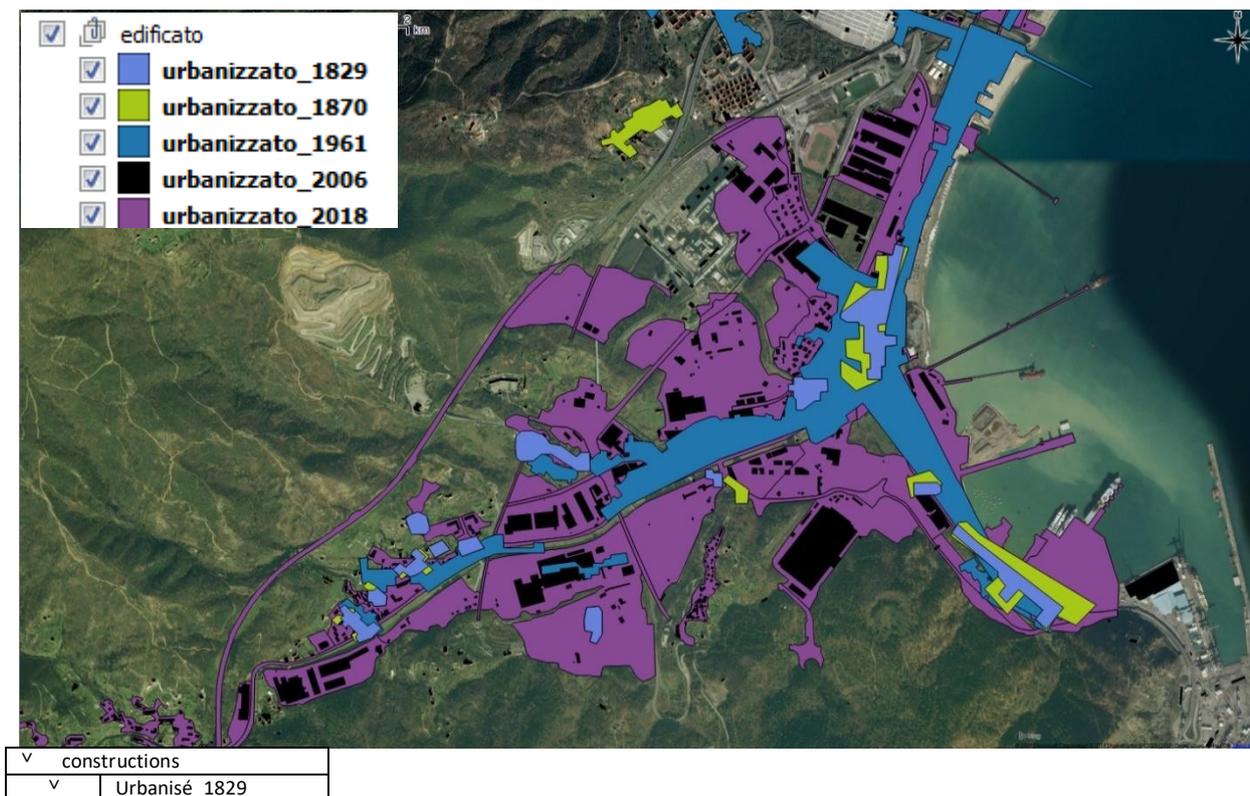
La connaissance des événements passés pour un territoire représente le point de départ de toute enquête de planification, conception et gestion du territoire.

Pour la commune de Vado, un recueil organisé et suffisamment exhaustif d'informations historiques et techniques a donc été réalisé, destiné à une analyse des processus géohydrologiques qui ont concerné le territoire ; afin de dépasser l'objectif de la charge assumée, le personnel du CNR IRPI a réalisé un effort important pour regrouper en peu de temps divers éléments cognitifs, extrêmement importants en premier lieu pour Vado, pour servir de base au présent Plan d'adaptation.

2.1 Les principales transformations du territoire de la commune de Vado Ligure

À travers une reconstruction des bâtiments, il a été possible de donner les résultats dans un projet SIG spécialement créé pour unifier les informations techniques recueillies, mentionnées et décrites dans diverses parties du texte, le système de coordonnées utilisé est le WGS84 32N ; pour le logiciel de conception le QGIS a été préféré de façon à pouvoir fournir le matériel préparé avec des programmes non commerciaux.

Ci-dessous la cartographie de synthèse des reconstructions du territoire réalisées pour les diverses époques est présentée. Pour mieux lire les documents, les constructions des diverses périodes ont été superposées à une image satellite récente.





Interreg



UNION
EUROPÉENNE

MARITTIMO – IT FR– MARITIME



Fonds européen de développement régional

| | |
|---|---------------|
| ✓ | Urbanisé_1870 |
| ✓ | Urbanisé_1961 |
| ✓ | Urbanisé_2006 |
| ✓ | Urbanisé_2018 |

Figure 1 – Principales transformations de l'habitat avec indication des développements des constructions de Vado Ligure dans les différentes époques.

Les transformations importantes que la zone périfluviale et fluviale a subies ont également entraîné une anthropisation radicale du lit dans la ville de Vado Ligure.

Grâce à la reconstruction historique effectuée par la comparaison de cartographies d'époques différentes et présentées à la même échelle dans un environnement SIG (par un géoréférencement des tables), il a été possible d'évaluer analytiquement la longueur (donc le degré de raccourcissement) et la largeur (donc les rétrécissements) survenus sur une période d'environ 190 ans (1829-2018). À cet effet, des *points de référence* ont été pris en compte, éléments présents et reconnaissables dans toutes les cartographies historiques et récentes, par rapport auxquels il a été possible de mesurer certains paramètres caractéristiques tels que l'amplitude et la longueur du lit et leurs variations dans le temps. En particulier certains ponts et traversées le long des principaux cours d'eau ont été pris comme points de référence. À partir du moment où ces points sont principalement concentrés dans les tronçons terminaux, pour la complétude de l'analyse, les valeurs d'amplitude du lit ont été mesurées à intervalles réguliers de 50 mètres le long de l'axe du canal.

En général, une réduction progressive de l'amplitude et de la longueur du lit a été observée, phénomène qui peut être corrélé à la pression anthropique croissante le long des lits et des zones périfluviales en conséquence de l'évolution urbaine de la plaine et des activités anthropiques le long de la ligne côtière.

2.2 Événements critiques passés d'un point de vue géohydrologique

La fréquence des événements alluvionnaires qui ont touché et continuent de toucher l'Italie, confirme toujours plus l'importance de la connaissance de ce qui est arrivé par le passé afin de prévoir au mieux les futurs scénarii. Les zones concernées par les événements sont en fait plus ou moins les mêmes, bien qu'elles aient subi au fil des ans une urbanisation importante ou des modifications d'origine anthropique le long des cours d'eau (rectifications, ouvrages de défense, etc.). Il est donc important de récupérer scientifiquement le plus grand nombre d'informations passées pour pouvoir disposer d'un cadre cognitif, le plus homogène possible, de phénomènes analogues survenus dans les mêmes zones.

Par la consultation de documents historiques (archives de la Stampa, annales hydrologiques, etc.), il a été possible de reconstruire l'historique des événements pluviométriques importants qui ont concerné le territoire communal de Vado Ligure. Le *jeu de données* se compose de 44 événements classés selon le type de processus, à partir de 1858.

Le graphique suivant montre l'évolution décennale du nombre d'événements, subdivisés selon la typologie (alluvion, inondation urbaine due à la pluie, éboulement, crue avec dommages).

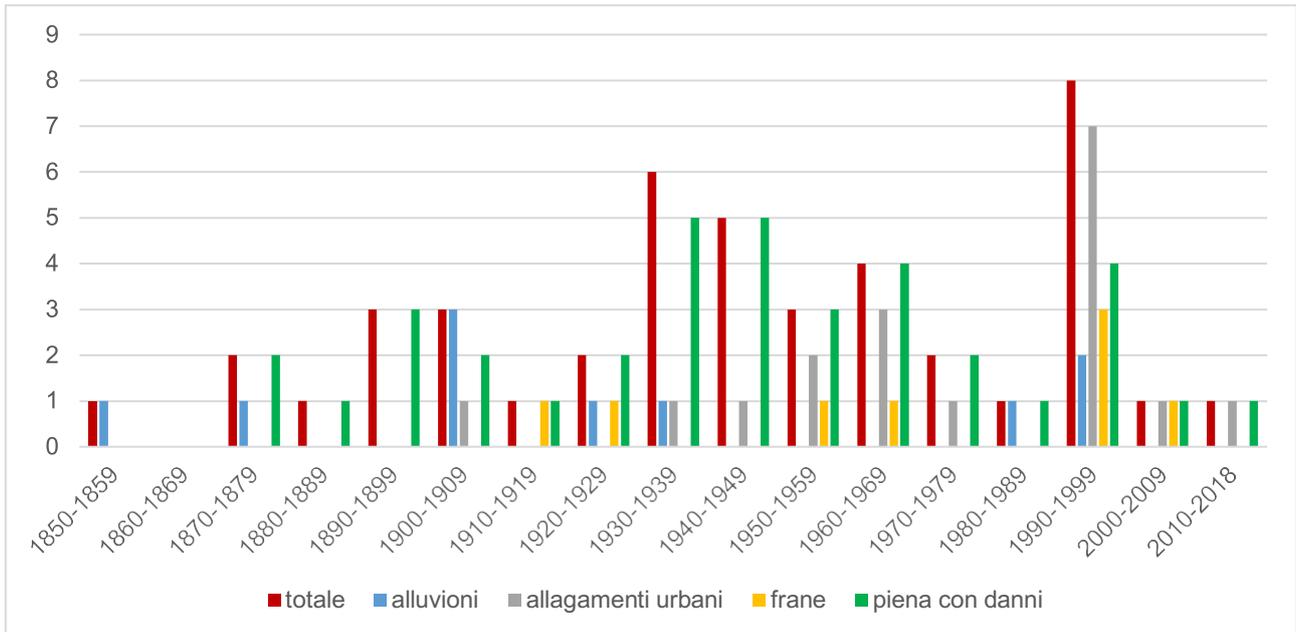


Figure 2 – Fréquence décennale des événements géohydrologiques survenus dans la période 1850-2018 sur le territoire communal de Vado Ligure et leur subdivision par typologie.

En analysant le graphique on note comment depuis les années 30 du dernier siècle la fréquence des inondations urbaines, auparavant presque absentes, a augmenté de manière particulière : l'augmentation ne doit pas être considérée le fait du hasard, car elle coïncide avec la période de développement urbain accru de la ville de Vado Ligure et des quartiers limitrophes, avec une imperméabilisation conséquente du sol et une augmentation de la vulnérabilité aux événements météorologiques brefs et intenses. Le pic est survenu au cours de la décennie 1990-1999 avec 7 événements (couleur grise). Les débordements des cours d'eau ne présentent pas de *tendances* importantes.

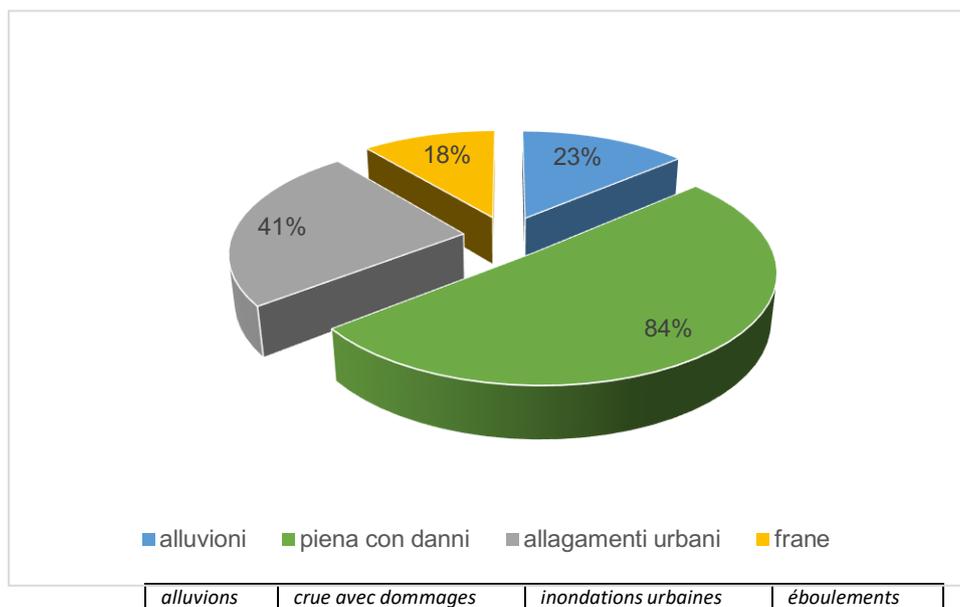


Figure 3 – Subdivision en pourcentage par typologie de l'impact des événements géohydrologiques notés pour la reconstruction historique (période 1850-2018).



En considérant toute la série temporelle on note une nette dominance des événements liés à un reflux insuffisant des eaux dans les zones urbaines, probablement dû à la morphologie de la zone urbaine qui empêche le drainage correct des eaux météoriques : une grande partie de l'habitat situé autour du tronçon terminal du T. Segno et du T. Quiliano se trouve en effet dans une position morphologiquement basse, avec les reliefs ferroviaires qui servent d'obstacle supplémentaire au reflux vers la mer.

Ce type d'événement doit être pris en compte étant donné que, en plus d'être le plus fréquent, peut impliquer de manière soudaine des sous-sols, des passages souterrains et des structures enterrées, créant des situations de danger pour les personnes présentes.

Les éboulements, présents dans plus d'un quart des événements recensés, se concentrent le long des routes qui relient la côte à l'arrière-pays et sont dus dans la majeure partie des cas à des événements brefs et intenses qui causent l'érosion des versants concernés.

Les événements de crue mineurs, qui ne causent pas d'inondations, mais qui endommagent les structures de défense hydraulique, les ponts et les autres constructions à proximité du lit sont peu fréquents et ne sont pas caractérisés par des augmentations récentes.

Pour mieux examiner le *jeu de données* disponible qui est dans tous les cas très représentatifs pour le territoire de Vado Ligure, des préparations ont été effectuées quant à la saisonnalité des événements géohydrologiques.

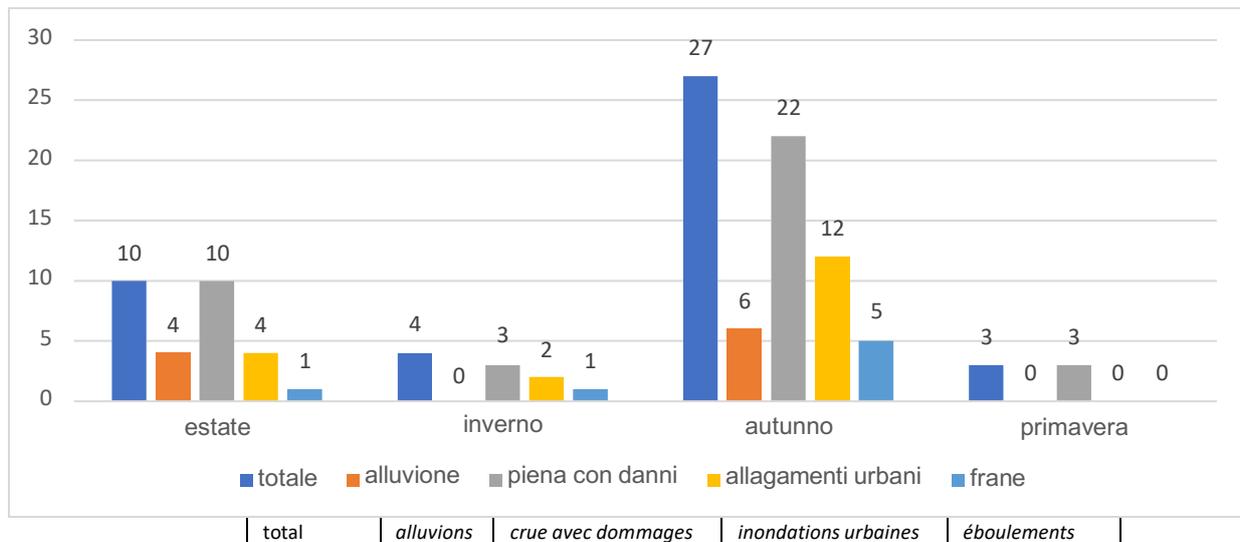


Figure 4 – Distribution des diverses typologies d'événements géohydrologiques survenues sur l'ensemble de la période 1850-2018 sur le territoire de Vado Ligure, subdivisés par saisonnalité.

En observant la prévalence saisonnière des divers types d'événements, il est possible d'affirmer que :

- L'automne est la saison pendant laquelle on observe la fréquence supérieure de criticités hydrologiques : la donnée est conforme à ce qui est observable dans tout le secteur nord du bassin méditerranéen et est due à l'interaction entre la mer encore très chaude et les conditions d'instabilité atmosphérique typiques des saisons de transition.
- L'été présente une fréquence d'événements plutôt élevée, au-delà du rapport accru entre inondations et événements totaux. Les événements de précipitations estivales



sont en effet généralement occasionnés par des phénomènes orageux très intenses, bien que relativement peu fréquents ; en outre, les effets de ces événements sont souvent aggravés par l'aridité passée du sol qui entraîne une faible capacité d'absorption des eaux météoriques.

- Le printemps, bien que caractérisé par une instabilité atmosphérique prononcée, présente peu de cas de criticité géohydrologique (9 %). Cela s'explique en considérant la faible température de la mer qui atteint son minimum annuel au mois de mars : l'apport faible en énergie empêche la genèse de phénomènes particulièrement violents le long des côtes.
- La saison qui présente en moyenne moins de criticités hydrologiques est l'hiver, étant donné qu'à cause des basses températures marines et du faible ensoleillement, l'énergie n'est généralement pas présente en quantité suffisante pour créer des phénomènes de précipitations de grande intensité.

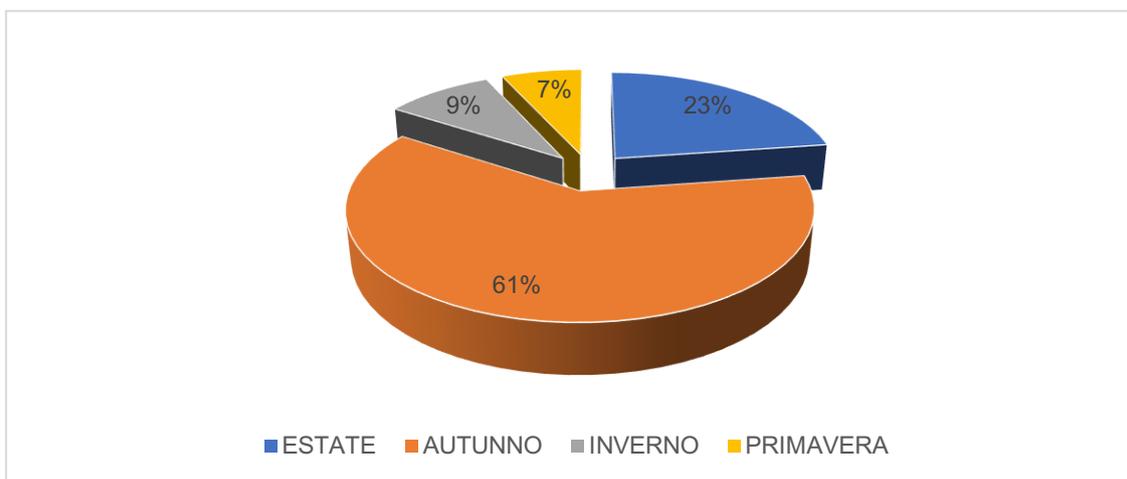


Figure 5 – Distribution saisonnière des événements géohydrologiques rapportés pour la période 1858-2018 dans l'analyse historique spécifiquement préparée pour le présent document.

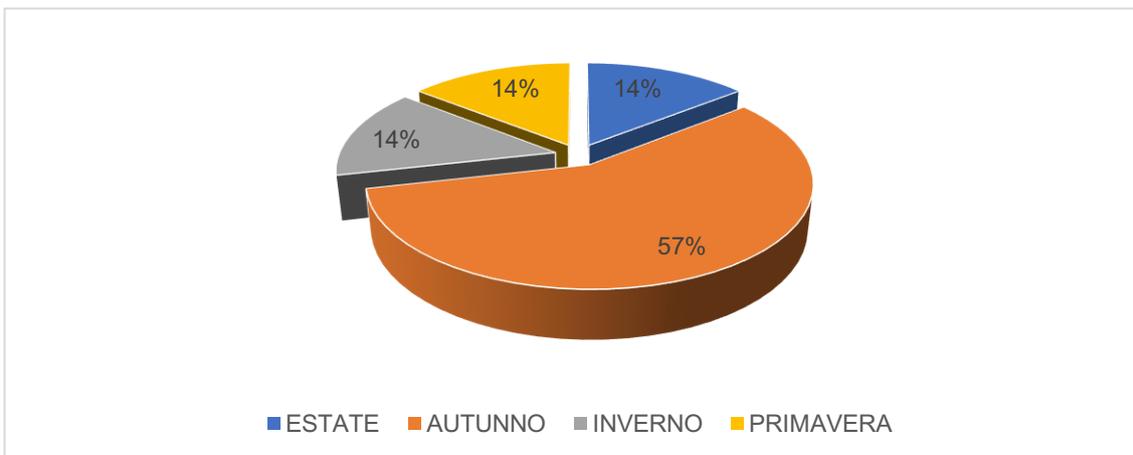


Figure 6 – Distribution saisonnière des événements géohydrologiques rapportés pour la période 1920-1949 dans l'analyse historique spécifiquement préparée pour le présent document.

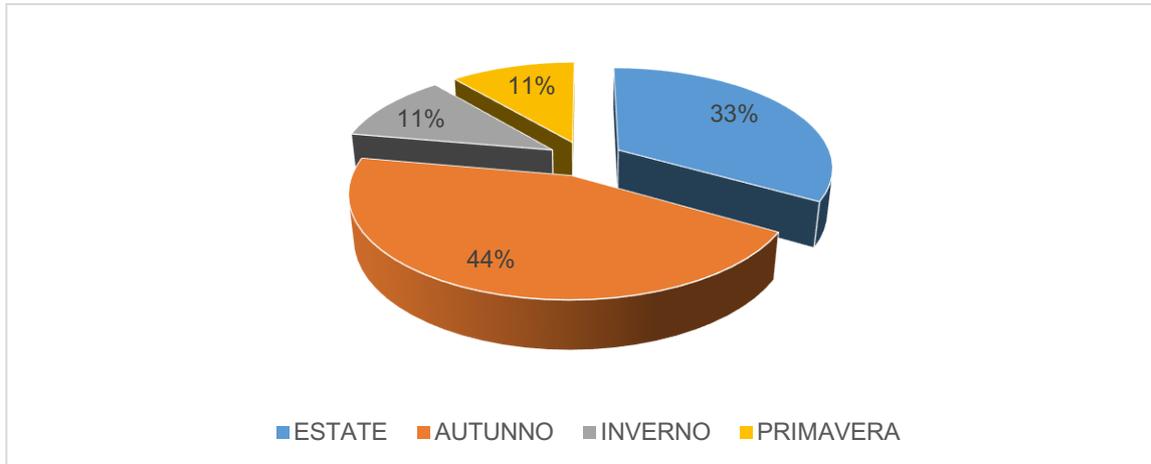


Figure 7 – Distribution saisonnière des événements géohydrologiques dans la période 1950-1979.

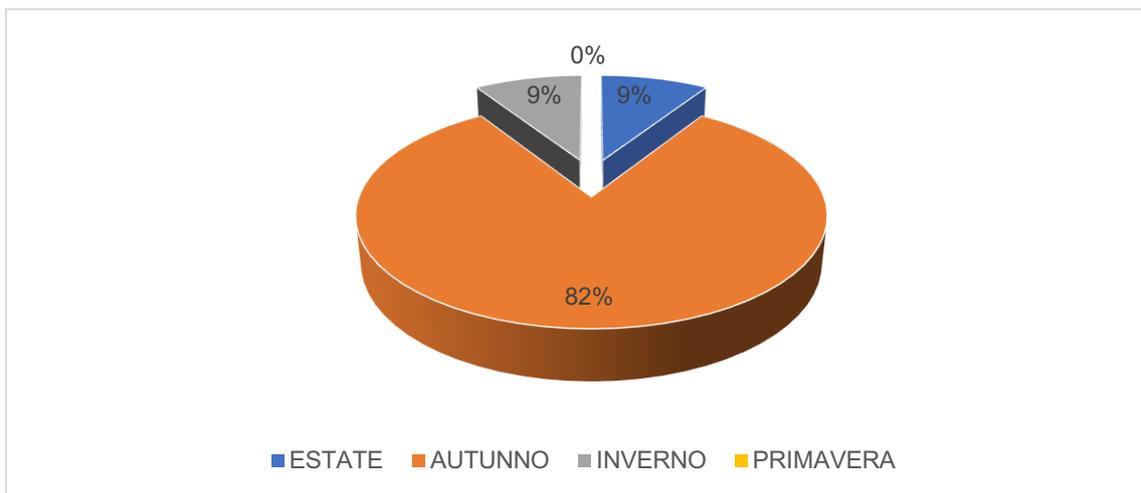


Figure 8 – Distribution saisonnière des événements géohydrologiques survenus dans la période 1980 -2018, donc plus récente par rapport au document précédent (lors de cette période on a une documentation d'événements presque exclusivement automnaux).

En comparant la distribution saisonnière des événements on peut observer comment dans toutes les périodes de référence (échantillon total, 1920-1949, 1950-1979 et 1980-2018) l'automne est la saison avec la plus grande fréquence de criticités hydrologiques.

La période 1980-2018 présente une exaspération de cette caractéristique typique des climats méditerranéens, avec une concentration supérieure des événements dans la saison automnale. À la lumière des documents proposés, aucune tendance significative à l'augmentation des criticités hydrologiques dans la zone de Vado Ligure n'est notée. Les deux dernières décennies ont vu une diminution du nombre total d'événements, bien que présentant chacune un événement de type alluvionnaire. On observe une concentration notable des événements dans certaines décennies (1930-39, 1940-49, 1960-69, 1990-99).

Comme cela est déjà mentionné, l'augmentation généralisée de la fréquence des inondations dans une zone construite après 1930 n'est pas tant liée à des causes



Interreg



UNION
EUROPÉENNE

MARITTIMO – IT FR– MARITIME



Fonds européen de développement régional

climatiques qu'à l'intervention d'une urbanisation massive intervenue dans la plaine côtière autour du tronçon terminal du T. Segno et du T. Quiliano.



Interreg



UNION
EUROPÉENNE

MARITTIMO – IT FR– MARITIME



Fonds européen de développement régional

3 EVALUATION DES CRITICITES LOCALES

Le Profil Climatique Local a mis en évidence une tendance à une diminution générale du nombre de jours de pluie et des précipitations cumulées annuelles, et une augmentation marquée de l'intensité des précipitations surtout sur le long terme (2071-2100). En particulier, une augmentation de la fréquence de jours avec des précipitations intenses est attendue : ce phénomène est destiné à aggraver les problématiques à caractère hydraulique (alluvions et inondations locales) et géohydrologiques (éboulements) déjà présentes sur le territoire communal.

Pour la caractérisation du risque géohydrologique, la synthèse décrite par le plan de bassin a été utilisée comme base de référence, représentant la situation la plus actuelle et exhaustive des études sur le territoire relativement aux métriques d'évaluation découlant du processus normatif et programmatique réalisé par les organismes préposés.

Ce cadre a été appliqué par les reconnaissances de terrain, conduites par le Personnel CNR IRPI, et qui pourraient supporter les actions à entreprendre pour l'atténuation du risque et l'augmentation de la résilience de la population résidente.

Des fiches spécifiques ont été rédigées avec les principales observations sur le plan du bassin et les intégrations relatives pour le T. Segno, le T. Quiliano dans son tronçon terminal.



4 SYNTHÈSE DU PROFIL CLIMATIQUE LOCAL

Le Profil Climatique Local pour la commune de Vado Ligure a été rédigé par la Fondation Centre Euro-Méditerranéen sur les Changements Climatiques (CMCC) même si la station météo-pluviométrique prise pour référence pour l'étude susmentionnée est celle de l'Istituto Nautico sur le territoire de Savone.

L'OMM (2007) établit à 30 ans la durée standard pour effectuer des analyses statistiques pouvant être considérées représentatives du climat. Pour cette raison, les variations du climat futur par rapport au climat actuel (ou de référence) sont obtenues en comparant des périodes de 30 ans.

Toutefois, la série des données considérée est distribuée sur une période de référence de 17 ans, car les observations sont disponibles seulement sur cette période (2001-2017) ; le document a examiné la série de données horaires numérisées de la température (minimale et maximale) et des précipitations de la station de Savone - Istituto Nautico disponibles sur le site <http://www.cartografiarl.regione.liguria.it/SiraQualMeteo/script/PubAccessoDatiMeteo.asp>.

| | Station de Savone - Istituto Nautico | |
|--|--------------------------------------|---------------|
| | Température | Précipitation |
| Nombre maximal d'années | 17 | 17 |
| Nombre total d'années disponibles | 14 | 16 |
| Exhaustivité | 82 % | 94 % |
| Années avec données non valables | 2001, 2002, 2003 | 2001 |

Figure 9 – Synthèse des données utilisées pour le Profil Climatique de Vado Ligure, basé sur les données validées de l'Istituto Nautico de Savone. Le tableau présente le nombre total d'années avec des données valables selon le Profil Climatique (pourcentage de données manquantes inférieur à 25%) pour chaque variable considérée. En outre, les années avec des données non valables sont indiquées (pourcentage des données manquantes supérieur à 25%).

L'analyse décrit la variabilité temporelle dans la période de référence des valeurs moyennes ainsi que des valeurs extrêmes de précipitation et de température.

Le profil climatique, comme indiqué dans le travail, permet de caractériser la variabilité climatique locale observée, ainsi que, lors des phases successives de l'étude, d'évaluer les anomalies climatiques attendues dans l'avenir au niveau local en raison des changements climatiques.

Le Profil Climatique Local de Vado Ligure a mis en évidence une tendance à une diminution générale du nombre de jours de pluie et des précipitations cumulées annuelles, et une augmentation marquée de l'intensité des précipitations surtout sur le long terme (2071-2100). En particulier, une augmentation de la fréquence de jours avec des précipitations intenses est attendue : ce phénomène est destiné à aggraver les problématiques à caractère hydraulique (alluvions et inondations locales) et géohydrologiques (éboulements) déjà présentes sur le territoire communal.

En termes de température, selon les analyses réalisées, on observe une température maximale moyenne d'environ 28 °C pendant l'été et une température minimale moyenne d'environ 6°C pendant l'hiver. Au contraire, en termes de précipitation, l'automne s'avère



être la saison la plus pluvieuse (avec 348 millimètres) alors que l'été est caractérisé par des précipitations plus faibles, par rapport aux autres saisons, d'environ 86 millimètres.

La station d'observation utilisée (Istituto Nautico de Savone) indique un nombre moyen de jours à l'année avec une température maximale supérieure à 25°C (SU) égal à 96 alors que le nombre de jours à l'année avec une température minimale journalière supérieure à 20°C (TR) est égal à 61.

En termes de précipitation, la station d'observation est caractérisée par environ 880 millimètres annuels de pluie (PRCTOT), par un maximum de précipitations sur 5 jours consécutifs (RX5DAY) relativement élevé (environ 160 mm).

Dans le profil climatique, un cadre synthétique des projections climatiques futures à court terme (2011-2040), moyen terme (2041-2070) et long terme (2071-2100) est donné ci-dessous, en utilisant les données simulées par les divers modèles climatiques régionaux disponibles à la résolution d'environ 12 km dans le programme EURO-CORDEX (<http://www.euro-cordex.net>). Les projections climatiques futures ont été obtenues en considérant deux scénarii IPCC différents : RCP4.5 et RCP8.5 afin d'évaluer la valeur moyenne (ensemble mean) des projections climatiques par rapport aux deux scénarii considérés et l'incertitude associée (Kotlarski et al. 2014, Jacob et al. 2014).

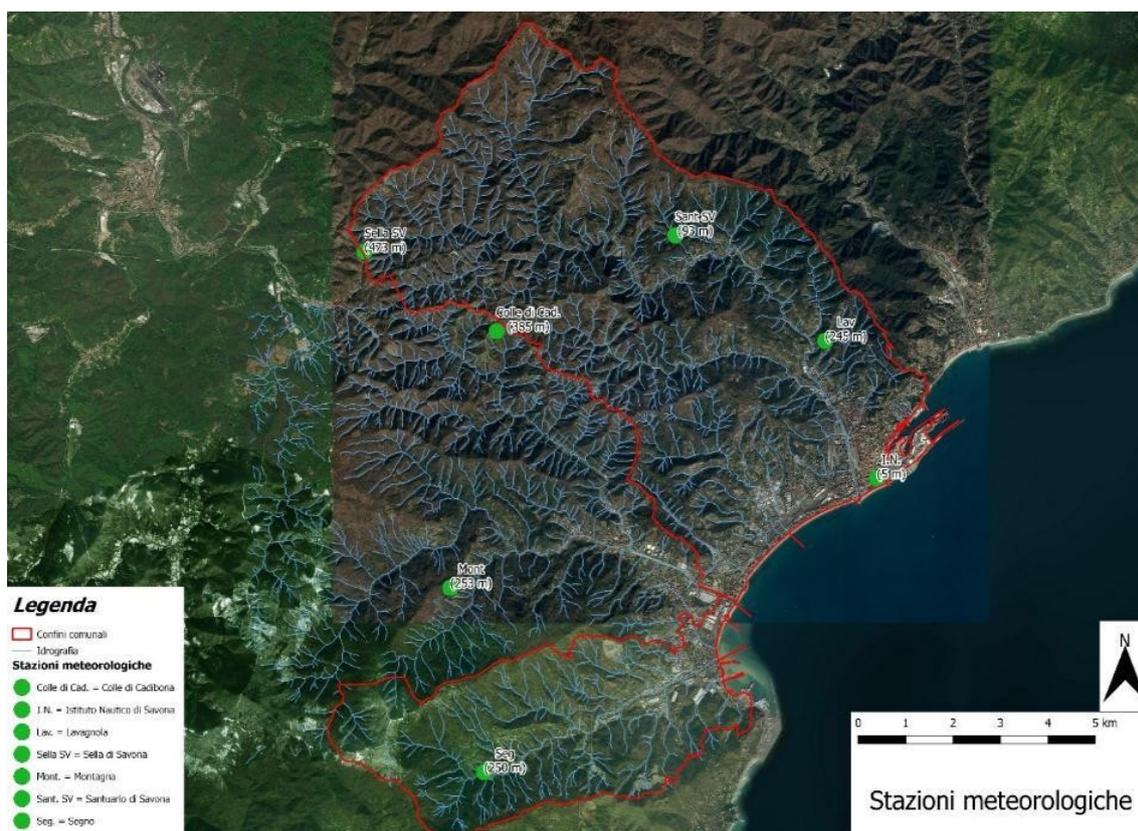


Figure 10 – Distribution des stations météorologiques de référence possible pour l'évolution climatique et la caractérisation des événements météohydrologiques de Vado Ligure. Les sigles rapportés également dans le Tableau récapitulatif indiquent les stations. En rouge, les limites administratives des communes de Vado Ligure et Savone.

Ces analyses soulignent une augmentation générale des températures plus prononcée dans la période à long terme et en considérant le scénario RCP8.5 (plus pessimiste) ; en particulier, une forte augmentation du nombre de jours à l'année avec des températures minimales supérieures à 20°C (TR) et avec des températures maximales supérieures à



25°C (su) est évidente. En outre, cette zone est concernée par une réduction du nombre de jours avec une température minimale inférieure à 0°C (FD). En termes de précipitation, on note qu'une augmentation de l'intensité de la précipitation (SDII) est attendue, comme des cumuls maximaux de précipitation sur 5 jours (RX5DAY) et du nombre maximal de jours consécutifs à l'année avec des précipitations inférieures à 1 millimètre (CDD), plus prononcée selon le scénario RCP8.5 et en considérant la période 2071-2100. Au contraire, une réduction du nombre de jours de pluie (RR1) et du nombre maximal de jours de pluie consécutifs à l'année (CWD) est généralement attendue. En outre, à long terme, selon le scénario RCP8.5, une diminution du nombre de jours avec des précipitations accrues égales à 10 mm (R10) et des précipitations annuelles lors des jours de pluie (PRCTOT) est attendue.

4.1 Analyse de l'évolution pluviométrique dans la station de Vado Ligure - Istituto Nautico

La station de l'Istituto Nautico de Savone adoptée par la commune de Vado pour son Profil Climatique présente une série de données pluviométriques plutôt homogène pour la période 1935-2018. Face à un intervalle temporel de 87 ans, on dispose des pluviométries annuelles pour 78 ans et du nombre de jours pluvieux pour 76 ans.

L'analyse des données pluviométriques a été paramétrée sur une base décennale pour permettre une comparaison plus facile et pour déterminer l'apparition de tendances éventuelles dans la quantité, l'intensité et la distribution temporelle des précipitations.

Le Tableau récapitulatif de l'analyse effectuée et certains graphiques représentatifs des paramètres pluviométriques sont présentés ci-dessous, accompagnés d'une explication.

Tableau 1 - Synthèse analytique des paramètres considérés pour la série des données à disposition, relativement à la période 1932-2018.

| PÉRIODE | 1932-1940 | 1940-1949 | 1950-1959 | 1960-1969 | 1970-1979 | 1980-1989 | 1990-1999 | 2000-2009 | 2010-2018 | Échantillon total |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|
| PRÉC. MM | 1170,1 | 868,5 | 982,8 | 973,7 | 1029,2 | 828,9 | 946,7 | 875,1 | 953,3 | 958,7 |
| ÉCART-TYPE MM | 262,9 | 80,1 | 269,8 | 255,6 | 221,5 | 159,2 | 208,3 | 337,3 | 335,5 | 237 |
| JOURS PLUIE | 78 | 62 | 67 | 70 | 72 | 61 | 66 | 61 | 66 | 67 |
| ÉCART-TYPE JOURS | 10,4 | 9,8 | 9,5 | 12,1 | 13,2 | 6,4 | 10,0 | 4,3 | 16,7 | 10,3 |
| INT. PRÉC. (MM/JOUR PLUIE) | 14,9 | 14,4 | 13,8 | 13,9 | 14,3 | 13,7 | 14,3 | 14,1 | 14,3 | 14,2 |



| | | | | | | | | | | |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| ÉCART-TYPE INT. | 1,8 | 2,9 | 2,6 | 3,2 | 1,4 | 2,2 | 2,3 | 4,3 | 2,4 | 3 |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|

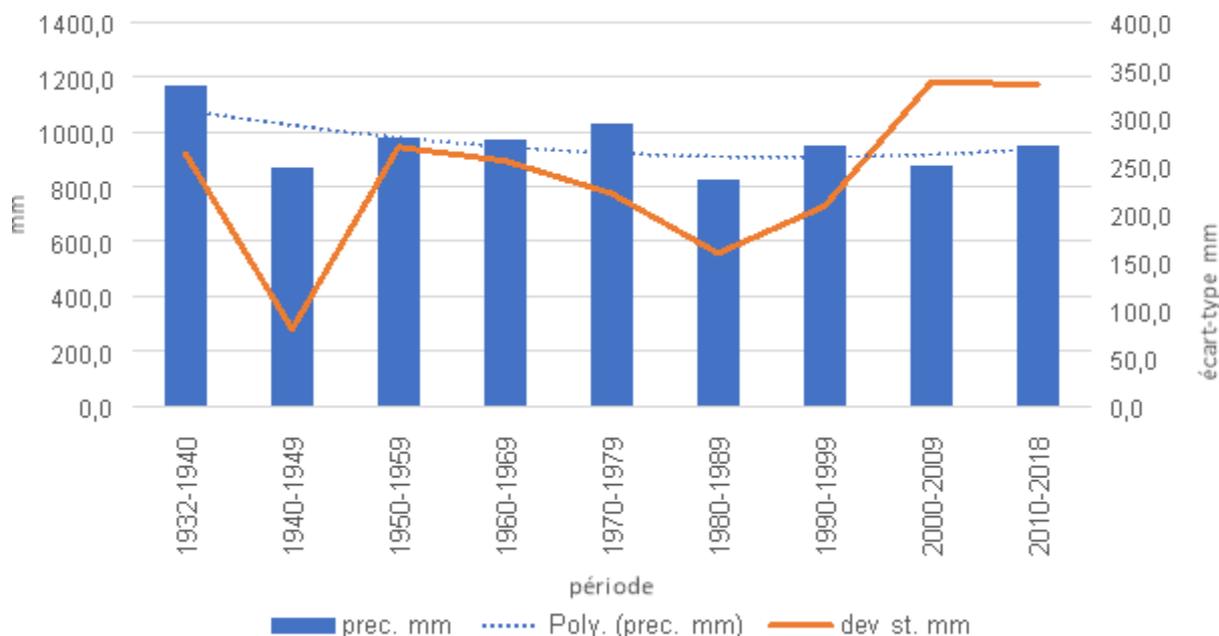


Figure 11 - Évolution des précipitations cumulées annuelles à la station de l'Istituito Nautico de Vado Ligure (période 1932-2018).

Comme cela est souligné par le graphique, les précipitations cumulées annuelles ne montrent pas de variations importantes. En excluant la première période de la série, particulièrement pluvieuse, seule est notable une faible diminution à partir des années 80, après quoi la tendance est sensiblement stable.

Des variations plus substantielles sont au contraire observées en considérant l'écart-type des cumuls de chaque année par rapport à la moyenne de la décennie d'appartenance. À partir des années 2000 la dispersion augmente notablement, indiquant une alternance plus fréquente entre les années de sécheresse et les années très pluvieuses.

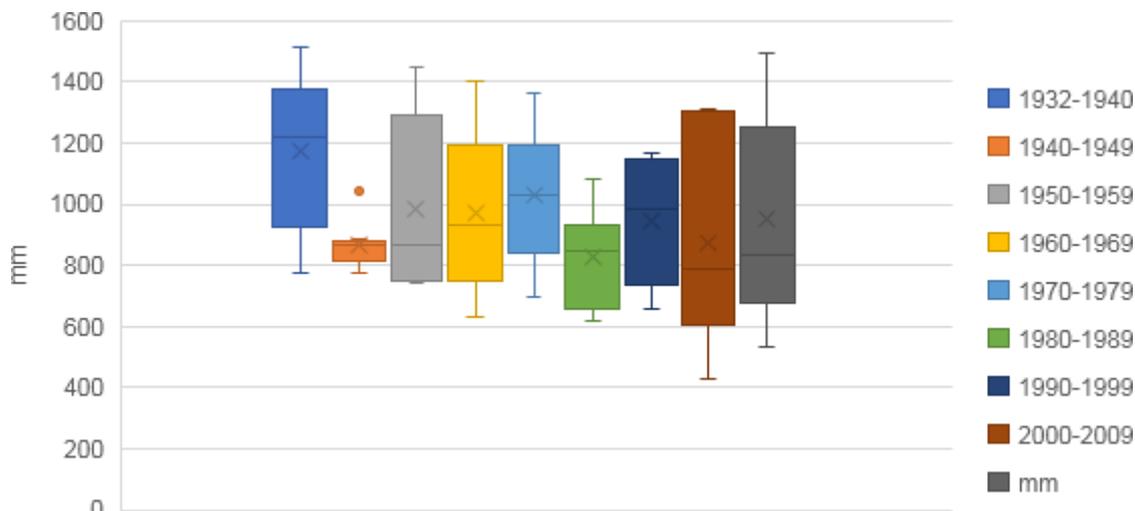


Figure 12 – Diagrammes des précipitations cumulées organisés par décennies de 1932 à 2018.

La variabilité pluviométrique accrue des deux dernières décennies est également confirmée dans le graphique en diagrammes, avec des valeurs maximales et minimales de cumuls annuels très distantes de la moyenne (x) de la période d'appartenance.

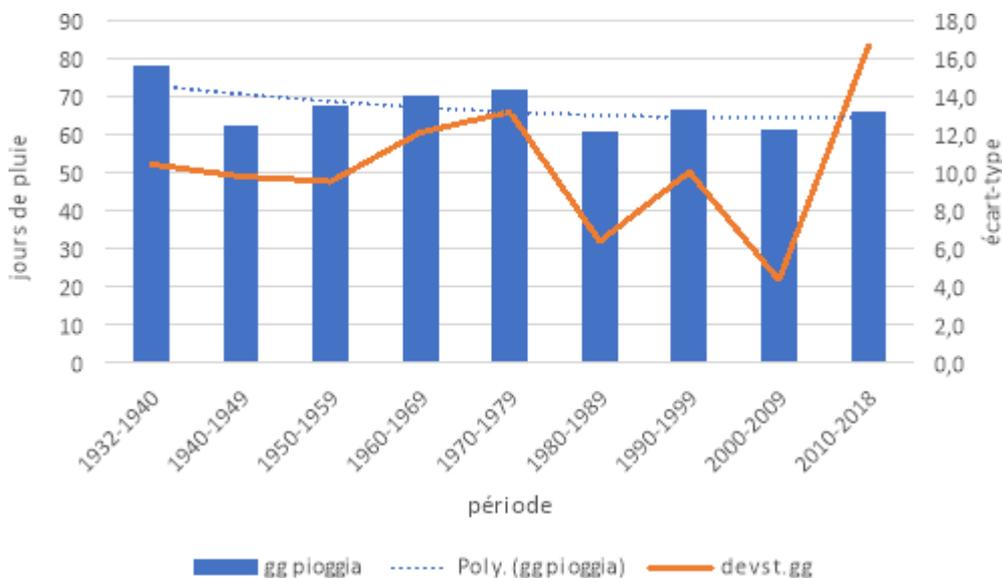


Figure 13 - Distribution de l'évolution des jours pluvieux dans la période 1932-2018 et de l'écart-type.

Le nombre de jours avec précipitation présente une stabilité substantielle, avec des valeurs moyennes décennales toujours comprises entre 60 et 70, exception faite pour la période



1932-1939 qui présente une fréquence de précipitation accrue. En observant l'évolution de la dispersion au cours de chaque décennie, aucune tendance importante n'apparaît et l'évolution est plutôt chaotique, en particulier pendant les deux dernières décennies : dans la période 2000-2009 les jours de pluie sont restés très proches de la moyenne de la période ($\sigma=4,3$), alors que depuis 2010 on assiste à une forte variabilité annuelle du nombre des jours pluvieux ($\sigma=16,7$).

Enfin, en ce qui concerne l'intensité moyenne des précipitations (ou le rapport entre précipitations cumulées et nombre de jours pluvieux), il faut signaler une tendance progressive à l'alternance d'années caractérisées par des pluies plus faibles et distribuées et d'années avec des épisodes pluvieux plus intenses et concentrés.

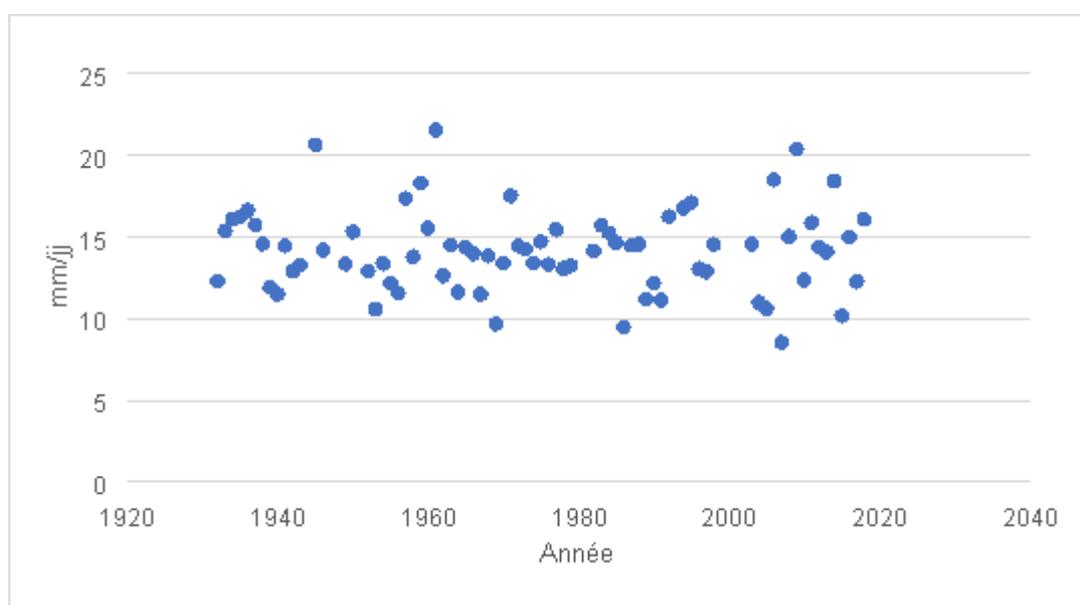


Figure 14 – Dispersion des données relatives à l'intensité des précipitations à la station de l'Istituto Nautico de Savone.

Le graphique permet d'observer comment, lors des deux dernières décennies, la variabilité de l'intensité moyenne des précipitations a notablement augmenté, alors que pendant les décennies précédentes la valeur moyenne de 14,2 mm par jour de pluie a été fortement suivie.

Les données examinées ne font pas apparaître une tendance claire des phénomènes de précipitation, les indicateurs pris en compte montrent toutefois une augmentation récente de la variabilité annuelle des précipitations cumulées et de l'intensité des précipitations.

Il n'est donc pas possible d'affirmer qu'un processus de concentration et d'intensification des événements pluviométriques est en cours, alors qu'une alternance plus fréquente a été observée entre les années qui présentent des caractéristiques de précipitations très différentes, tant en cumul annuel qu'en intensité.



Interreg



MARITTIMO – IT FR–MARITIME

Fonds européen de développement régional



5 STRATEGIES D'ADAPTATION

Les Directives pour la rédaction d'un plan local d'adaptation ont pour objectif de fournir un cadre général et d'instruction pour l'activité d'évaluation de la vulnérabilité locale aux impacts des changements climatiques et de présenter une méthodologie pour définir diverses stratégies et mesures d'adaptation dans le contexte local.

Par rapport aux Directives, eu égard à la complexité des approches et la nécessité de adresses communes et partagées, une méthodologie spécifique d'*intégration* de l'adaptation dans les politiques sectorielles devrait être définie. Pendant ce parcours, il est par conséquent opportun d'impliquer tous les secteurs thématiques concernés, afin d'essayer de garantir des informations adéquates concernant les défis climatiques émergents et de planifier des politiques partagées. Il faut donc définir et expérimenter le rôle des *parties prenantes* institutionnelles afin qu'elles fixent périodiquement les adaptations nécessaires aux mesures et aux stratégies supposées en les adaptant de concert avec les approfondissements/actualisations des bases climatiques (*tendances* et prévisions) au niveau communal et régional. À la lumière de ce qui est dit, le plan devrait être donc un instrument pratique et dynamique continûment actualisé pour conduire à un niveau plus élevé de résolution spatiale et temporelle l'analyse et l'évaluation relative des impacts et des vulnérabilités dans tous les secteurs considérés. Il faut donc établir, pour chacun des principaux secteurs, la relation fonctionnelle entre les impacts, les objectifs généraux d'adaptation et les mesures spécifiques proposées en tenant compte du cadre complet des politiques et des interventions en cours ou programmées par l'administration communale. Ainsi, il serait possible de lancer sur des bases plus solides, la perspective d'une phase successive dans la logique de l'adaptation régionale au changement climatique. La fonctionnalité du plan d'action devra par conséquent inclure, après une phase de consultation appropriée avec les *parties prenantes* institutionnelles, économiques et sociales, les priorités des objectifs, la mise en œuvre concrète des mesures prévues, l'évaluation précise des coûts relatifs d'investissement et de gestion également à travers une analyse des coûts/bénéfices et des coûts/efficacité et l'allocation des ressources nécessaires. Enfin, un autre défi qui devra être affronté sera de saisir toutes les opportunités d'accouplement du plan d'action avec les facteurs de développement d'une *économie verte* locale, conformément à celles à l'échelle régionale, dans les secteurs de production de biens et de services en soutien des politiques locales d'adaptation.

La stratégie d'adaptation a donc pour but général de déterminer les interventions possibles pour réduire au minimum les risques et les impacts du changement climatique, pour protéger la population *en premier lieu*, les biens matériels et les ressources naturelles vitales et pour augmenter la résilience de la société, de l'économie et de l'environnement. Cette stratégie propose avant tout de fournir un cadre cognitif de référence aux administrations et aux organisations impliquées, pour évaluer les implications du changement climatique dans les divers secteurs concernés. En outre, le processus d'*intégration*, sur lequel devrait se baser le processus d'adaptation, doit représenter l'un des objectifs de la stratégie, afin d'essayer de favoriser l'implication des *parties prenantes* dans le processus de définition de politiques partagées et informées. Grâce à cette méthode, des mesures d'adaptation sont proposées pour intégrer les plans et les programmes existants et ceux en phase de révision. Les objectifs généraux de la stratégie peuvent par conséquent être résumés dans certains points spécifiques :

- harmoniser et intégrer les lignes stratégiques nationales et communautaires relatives à l'adaptation aux changements climatiques ;



- développer les bases climatiques locales, en parallèle des bases régionales, en analysant dans le détail la variabilité climatique passée et future ;
- analyser les politiques locales en cours et les interventions possibles pour l'adaptation ;
- promouvoir le processus participatif entre toutes les parties concernées et les divers secteurs, afin d'intégrer le thème de l'adaptation au changement climatique dans les politiques régionales ;
- redéfinir régulièrement les vulnérabilités possibles du territoire, en identifiant les impacts, en analysant la sensibilité sectorielle, la capacité relative de résilience et en évaluant les risques avec une analyse intégrée ;
- conduire un processus continu et efficace d'information et de suivi des implications du changement climatique sur le territoire régional et concernant les projets et les mesures d'adaptation entrepris ;
- créer les bases pour un plan d'adaptation partagé, soutenu par des bases scientifiques solides et avec des interventions prioritaires bien définies et consensuelles.
- proposer un *ensemble* de mesures d'adaptation, qui selon les prescriptions de l'Union européenne et en synergie avec la stratégie d'adaptation nationale italienne subdivisées en trois catégories :
 - a) **Mesures Soft ou non infrastructurales** (normes, communication, information, systèmes d'alerte, etc.) ;
 - b) **Mesures Grey ou infrastructurales** (technologies, infrastructures, etc.) ;
 - c) **Mesures Green ou basées sur une approche écosystémique.**

L'adaptation climatique impose une nouvelle approche conceptuelle, de ressources, de gestion et d'interprétation de problématiques connues ; inévitablement, le processus avec lequel on réussira à mettre en pratique les suggestions du présent plan est variable, certaines étant sûrement difficiles à réaliser dans des délais réduits. Il est opportun que le présent plan soit revu et adapté à court terme. Par conséquent tous les objectifs doivent être arrêtés sur la faisabilité de la part des divers acteurs dans des délais réalistes de courte ou moyenne durée. La révision du plan entraînera inévitablement une réévaluation des objectifs et des stratégies proposées ici. En particulier avec une absence de concertation et de partage des actions par les divers acteurs, il est encore plus difficile d'établir les délais de validité du plan. En tenant donc compte de la phase de démarrage et d'étalonnage des stratégies à mettre en œuvre, trois macrocatégories d'objectifs sont suggérées dont on espère qu'ils puissent être atteints :

Améliorer les conditions géohydrologiques de la zone

Augmenter la résilience de la population et des biens à risque

Améliorer la *gouvernance*



Interreg



MARITTIMO – IT FR– MARITIME

Fonds européen de développement régional



| | | | |
|---|------|--|------------|
|  | | Anas SpA | |
| S.S. 1 "VIA AURELIA" NUOVO PONTE SUL TORRENTE SEGNO NEL COMUNE DI VADO LIGURE (SV) | | | |
| PRCGETTO DEFINITIVO | | | |
| PROGETTAZIONE: | | | |
| INTEGRAZIONI SPECIALISTICHE: | | RESPONSABILE DI PROGETTO | |
|  SPECIALISTA STRUTTURE METALLICHE Dott. Ing. Pierangelo PISCIOLETTI Ordine Ing. Genova n° 48754 IL RESPONSABILE DEL S.I.A. | |  Ing. Gualco | |
| COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE | | | |
| Ing. Ciro GUALCO | | | |
| VISTO: IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO | | | |
| Dott. Ing. Umberto Aloisi 4688 | | | |
| N. PROGETTO | 2779 | DATA | 02/05/2017 |

Figure 15 – Extrait illustratif du projet (mai 2017) pour la construction du pont S.S.1 « Via Aurelia », avec la préparation de ouvrages de soutien des berges et des ouvrages adjacents. En outre, le nouveau niveau du fond et la hauteur libre résultante sont évalués.



Figure 16 – T. Segno : pont de l'Aurelia en 1919 et à distance d'un siècle, en 2019.

À cette intervention sont ajoutés la réalisation de la passerelle piétonnière en aval, qui fait l'objet d'une conception qui sera réalisée simultanément au projet d'installation hydraulique, la remise en état du pont de Via Palestro, déjà réalisé par la commune de Vado Ligure, et la réalisation du nouveau pont de Via alla Costa qui sera réalisé par la même administration ultérieurement.



Interreg



UNION
EUROPEENNE

MARITTIMO - IT FR- MARITIME



Fonds européen de développement régional

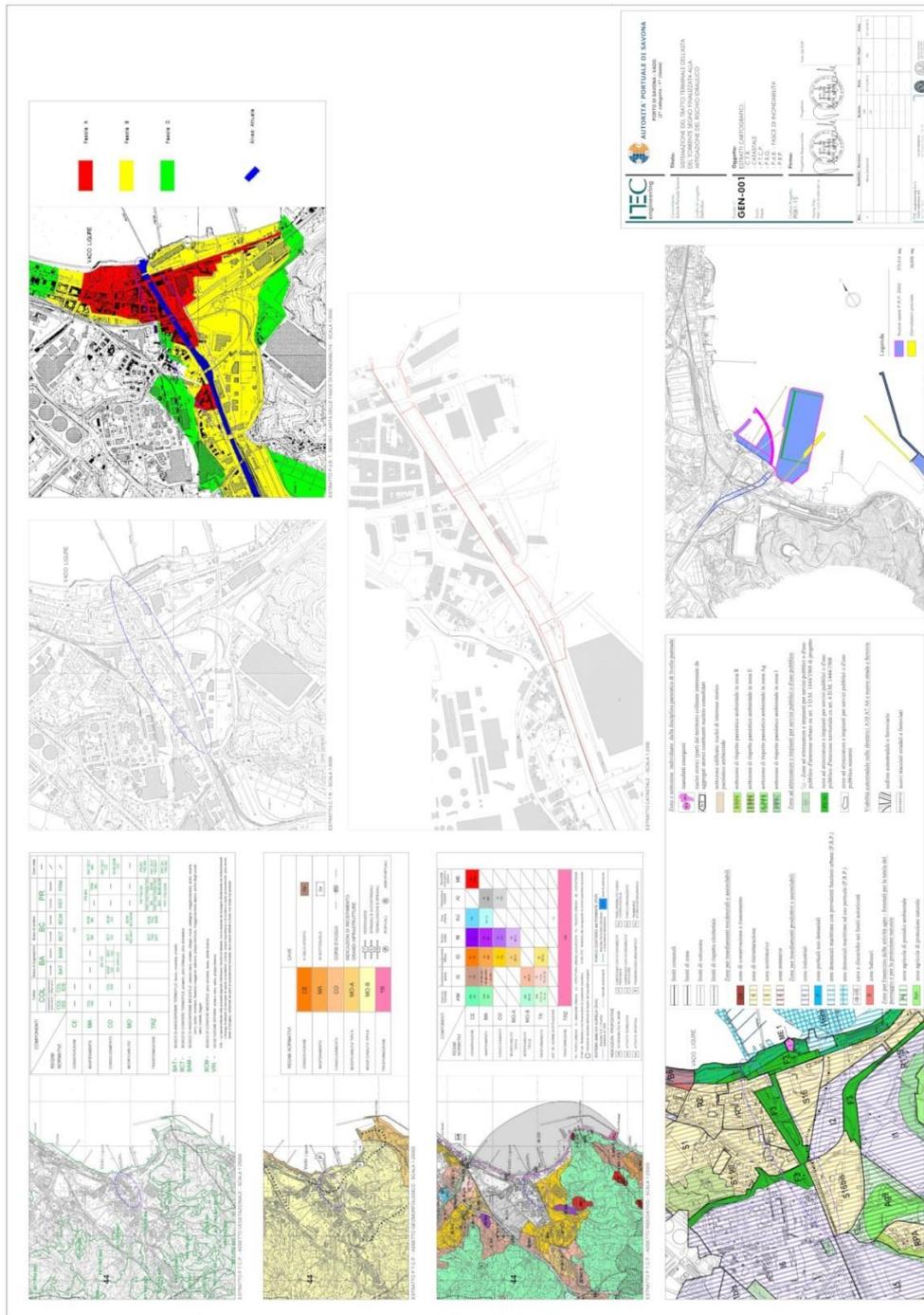
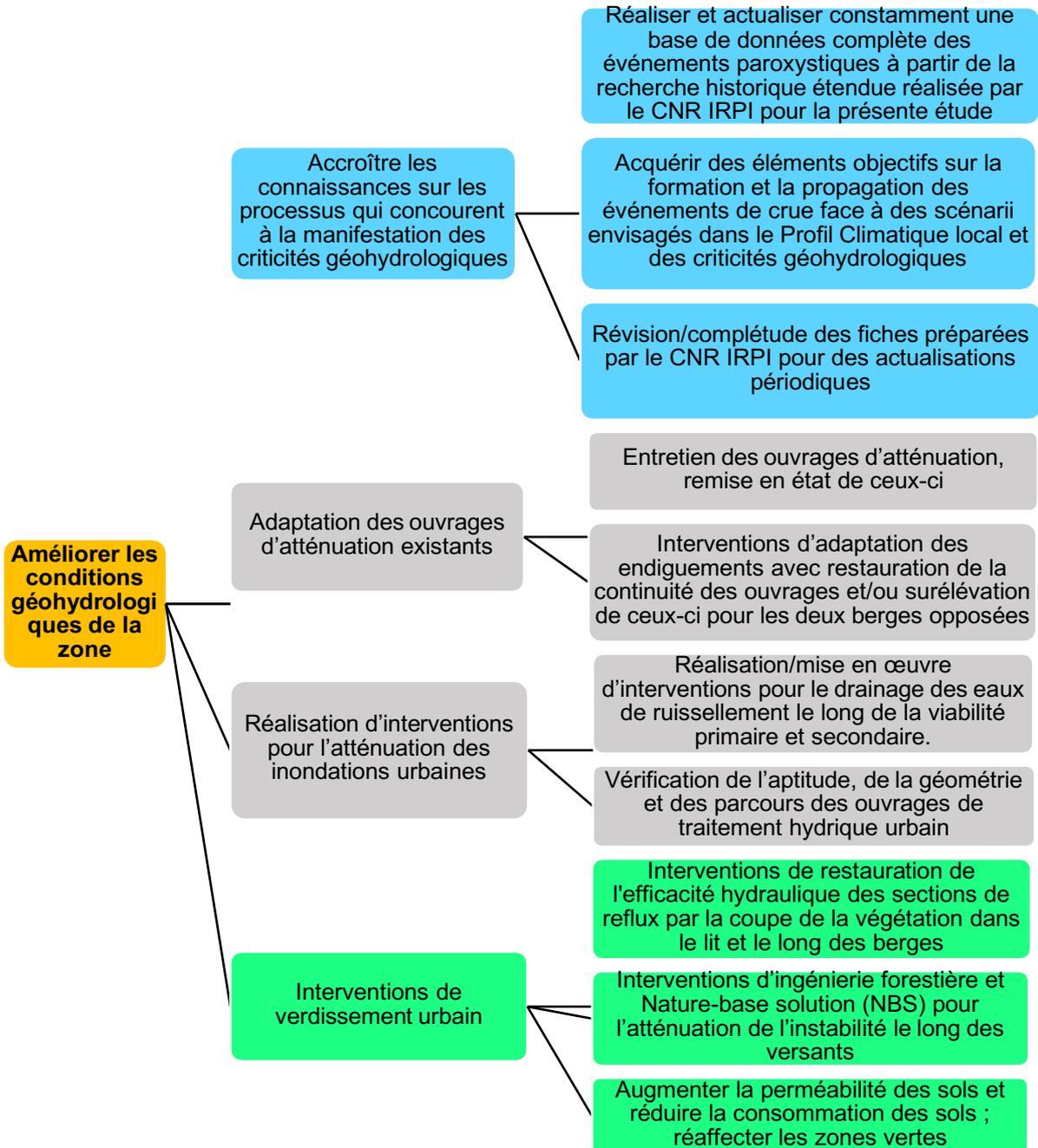


Figure 17 – Tableau de synthèse des ouvrages projetés pour le torrent Segno.

Certaines des actions décrites ont déjà été réalisées ou vont l'être prochainement et représentent un bon point de départ pour développer d'autres interventions destinées à l'atténuation des inondations urbaines.

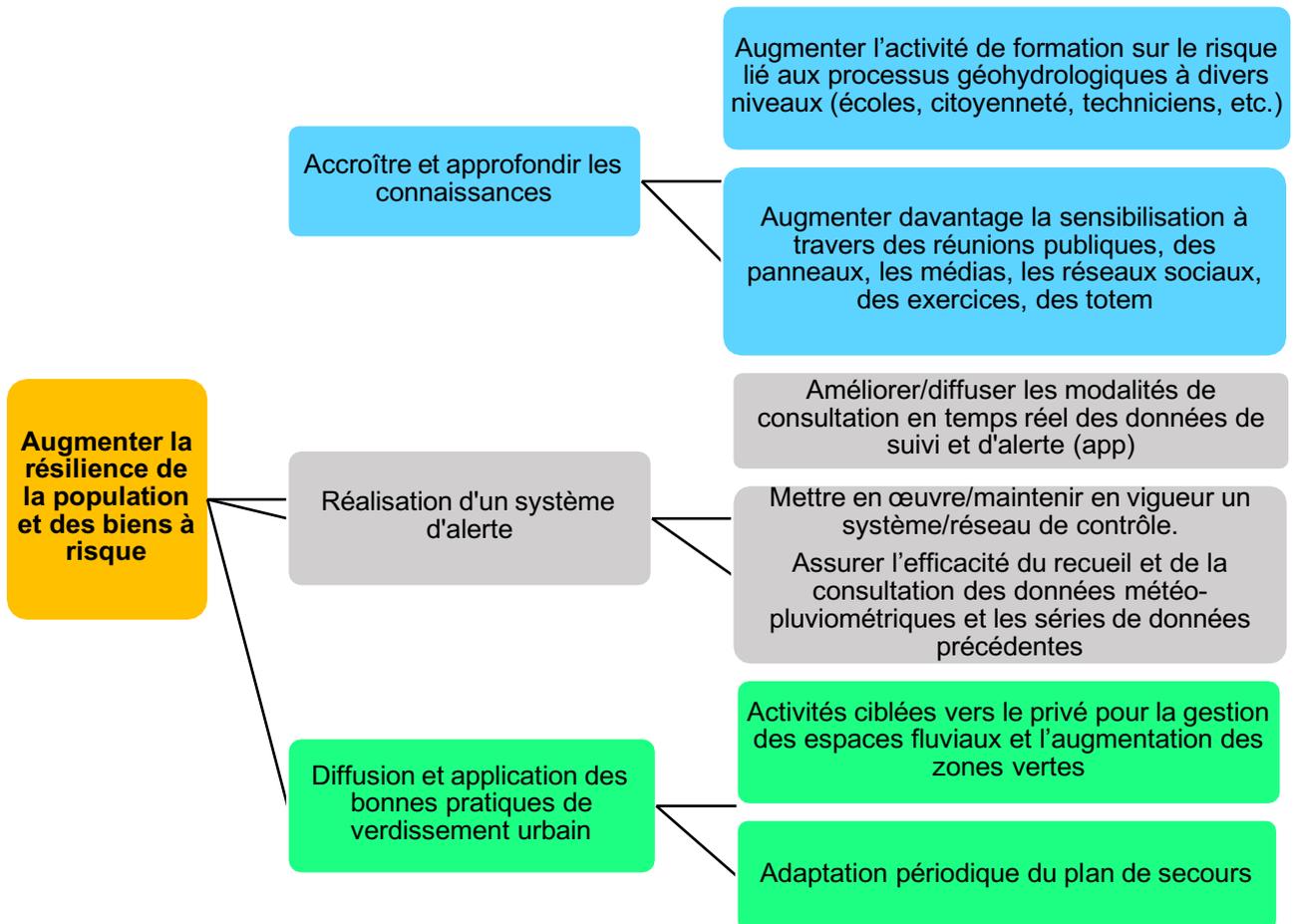
Le cadre de synthèse des actions proposées en référence aux diverses zones d'intervention est représenté ci-dessous.





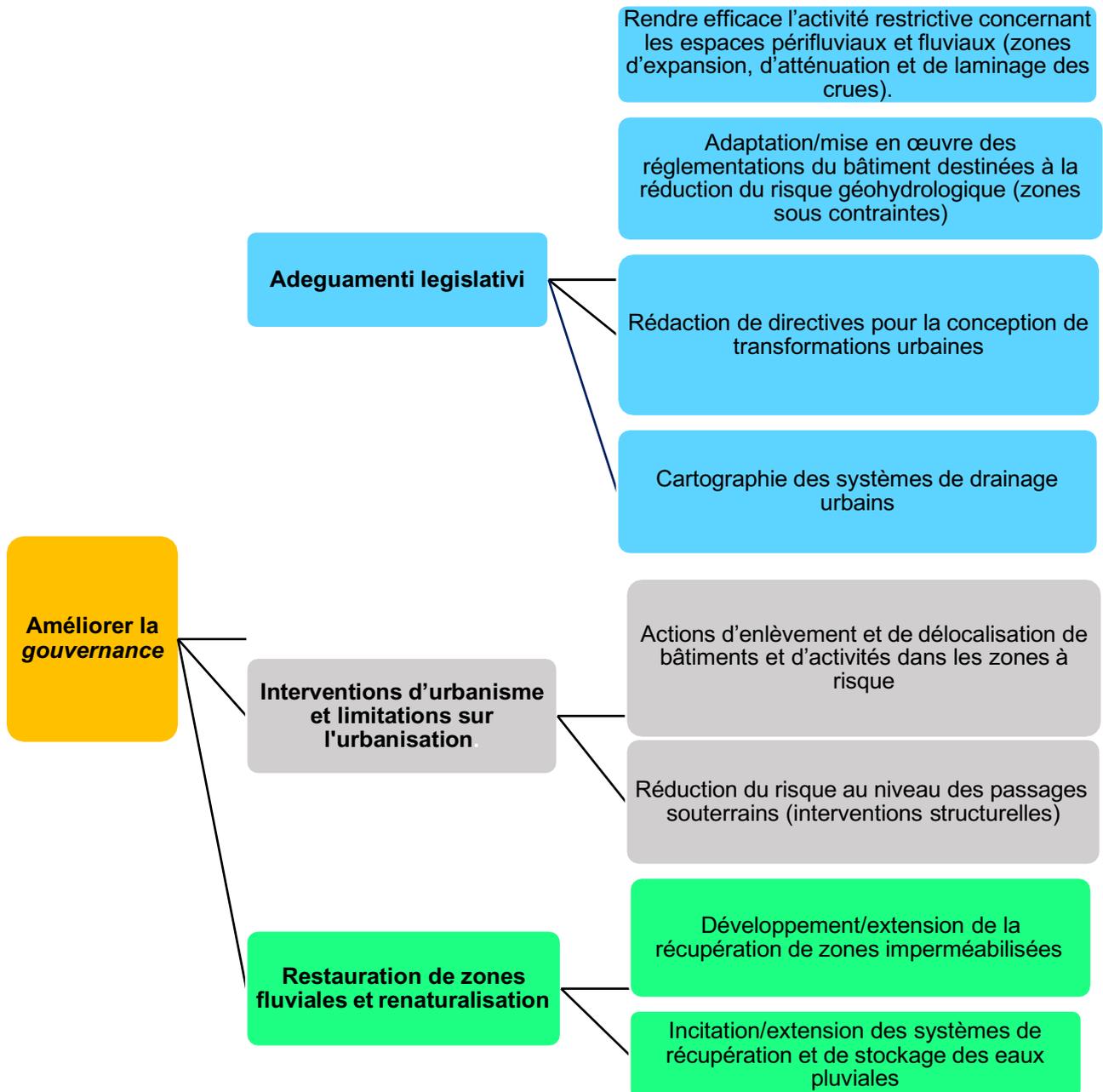
5.2 Actions pour augmenter la résilience de la population et des biens à risque

Le cadre de synthèse des actions proposées en référence aux diverses zones d'intervention est représenté ci-dessous.





5.3 Actions d'amélioration de la *gouvernance*





Interreg



UNION
EUROPÉENNE

MARITTIMO – IT FR– MARITIME



Fonds européen de développement régional

6 APPLICATION DES ACTIONS D'ADAPTATION, DE CONTROLE ET D'ÉVALUATION

Le système de contrôle et d'évaluation du présent plan peut être détaillé en trois parties principales :

- **le suivi du plan ;**
- **le suivi du risque et de la vulnérabilité ;**
- **le suivi des actions.**

Pour chaque procédure inhérente aux trois phases, il serait opportun de créer une sorte de schéma d'auto-évaluation tenant compte des indicateurs objectifs ; certains sont décrits ci-dessous à titre de proposition. Sans préjudice de la première étape relative à la nécessité de déterminer les parties responsables pour le processus d'adaptation, il serait nécessaire qu'elles définissent les critères les plus appropriés d'évaluation parmi ceux proposés ou en déterminent d'autres plus adaptés aux réalités et aux ressources du territoire.

La commune de Vado a déjà préparé une liste des techniciens communaux à la disposition du COC pour des activités de contrôle du territoire en cours d'événement.

Le responsable du plan d'action local devra donc déterminer, parmi tous les acteurs impliqués, ceux qui devront se charger de l'application véritable de chaque action ou d'un groupe d'actions. Les formes de gestion de chaque action dépendront de la nature de l'action même.

Il existe cependant des aspects fondamentaux et généraux qui doivent caractériser chaque forme de *gouvernance* :

- détermination d'une ou de plusieurs parties/entités responsables de l'action ou d'un groupe d'actions ;
- définition de l'horizon temporel pour la complétude de l'action ;
- définition des ressources disponibles.

Les responsables de l'action seront appelés, avec le responsable du plan d'action local, à appliquer également un système de contrôle, de rapport et d'évaluation (MRV). Ils devront donc sélectionner les indicateurs parmi ceux proposés, en assurer le suivi et produire des rapports périodiques. Le suivi constant des actions servira de base pour l'actualisation constante du plan d'action local.



Interreg



UNION
EUROPÉENNE

MARITTIMO – IT FR – MARITIME



Fonds européen de développement régional

6.1 Contrôle du plan

Le plan devient un instrument opérationnel qui doit être quantifié en termes de faisabilité (coûts/ressources/délais) pour quantifier à chaque suivi successif l'achèvement des actions prédéterminées et des objectifs à atteindre (*Objectif*).

L'objectif du plan d'adaptation sera également d'évaluer de manière approfondie la nécessité de revoir les parties du plan de Protection Civile/de secours communal pour adapter les scénarii d'événement et les modèles d'intervention relatifs aux risques présentés dans le profil climatique local (actuel et revu dans le temps).

Il convient de souligner que « en temps de paix » il est nécessaire de préparer tous les éléments et d'adopter toutes les initiatives nécessaires pour garantir la fonctionnalité et l'efficacité du système de Protection Civile en situation de secours. Comme indiqué dans les Directives pour la rédaction des plans locaux d'adaptation, **une interaction est nécessaire entre les responsables de l'application du plan d'adaptation et ceux des diverses fonctions du C.O.C. (Centre Opérationnel Communal).**

En considérant que les plans du bassin ont mis en évidence des criticités liées au territoire du point de vue hydraulique, géomorphologique et de stabilité des versants, en rédigeant des **cartes du risque appropriées, les scénarii majoritairement probables liés au changement climatique seront liés à une aggravation de ces risques en termes de fréquence/réurrence des criticités et d'augmentation de leur magnitude.** La cohérence des activités conjointes prévues pour la réalisation des actions du plan d'adaptation et du plan des interventions prévu par le plan de secours est par conséquent importante.

En référence au problème hydraulique spécifique de l'inefficacité du réseau d'égout municipal de répondre de manière appropriée à l'intensification progressive des pluies, il est souhaitable que le plan d'adaptation prévoie que la commune se dote d'un cadre cognitif clair de l'état actuel des réseaux d'évacuation urbains (pas du seul tracé), et éventuellement d'instruments d'information et de modélisation en mesure d'en reproduire les criticités et les défauts (déjà en cours ou possibles à la suite de nouvelles interventions).

Cela permettrait une planification ciblée et adaptée des interventions de transformation urbaine et/ou d'agrandissement du réseau de drainage/d'égout (pour faire face à l'aggravation de l'intensité des pluies), la définition d'une échelle de priorités, et donc d'une programmation, nécessaire surtout dans un contexte de détection et d'allocation des ressources financières.

Il faut souligner que la commune de Vado utilise déjà un système bien intégré et efficace de programme de protection civile qui, entre autres, prévoit le nettoyage et l'entretien des lits des rivières et des torrents présents sur le territoire et collabore avec l'unité de coordination pour l'entretien du réseau communal de contrôle des niveaux pluviométriques ; en outre, il effectue l'entretien du réseau de contrôle communal selon une fréquence adaptée et vérifie le fonctionnement correct des instruments installés dans le réseau communal de contrôle des niveaux pluviométriques. En cas de fonctionnement défaillant ou erroné il organise l'entretien immédiat en affectant les missions nécessaires.

Il est souhaitable de réaliser une adaptation ou la rédaction ex novo de réglementations et/ou directives fondées sur les concepts d'invariance hydrologique/hydrogéologique (selon lesquels il faut conserver à l'identique le débit et le volume des eaux de pluie évacuées dans les récepteurs également après les interventions de construction/urbanisation afin de conserver l'équilibre hydraulique délicat du territoire) et de drainage urbain durable, qui réglementent et adressent les nouvelles interventions sur le territoire communal afin



d'atteindre l'objectif d'un bon niveau de protection hydraulique et environnemental et de garantir le fonctionnement correct du réseau de drainage urbain

Les indicateurs possibles d'évaluation du plan pourraient être ceux rapportés dans le Tableau suivant, en déterminant les objectifs à atteindre et une échelle temporelle sur l' « état » du processus en cours (qualitatif) :

| GESTION ET APPLICATION DU PLAN | | | | |
|--|--|-------------|--|--|
| <i>Indicateur</i> | <i>Objectif</i> ILS DOIVENT ÊTRE ÉTABLIS PAR LE GROUPE DE TRAVAIL QUI DOIT ÊTRE CRÉÉ | <i>État</i> | | |
| | | | | |
| Réunions techniques (nombre) | Nombre à fixer par an | | | |
| Révision du profil climatique | D'ici 5 ans | | | |
| Instruments normatifs ou de référence (directives, obligations...) sur le thème de l'adaptation (nombre) | Nombre à fixer par an | | | |
| Quantité de ressources financières mises à disposition par la commune pour les actions d'adaptation (€) | À définir | | | |
| INCLUSION, DIFFUSION, COMMUNICATION | | | | |
| Catégories de porteurs concernés représentés dans le PUA, les partenariats urbains pour l'adaptation prévus par le projet ADAPT (nombre) | Les augmenter | | | |
| Réunions du PUA (nombre) | Nombre à fixer par an | | | |
| Communiqués de presse concernant l'adaptation et l'avancement/les résultats du projet ADAPT (nombre) | Nombre à fixer par an | | | |



6.2 Suivi du risque et de la vulnérabilité

Les criticités géohydrologiques du territoire de Savone sont largement, mais pas totalement, illustrées dans le présent document et fournissent un cadre sur les dangers, les vulnérabilités et, par conséquent, le risque qui caractérise une grande partie de la zone examinée.

Cette connaissance, également par les personnes préposées, doit être perçue à tous les niveaux, des écoles *en premier lieu*, de façon à être diffusée capillairement dans tout le tissu social et productif.

Le niveau cognitif de base est toutefois très important, car souvent il ne satisfait pas les exigences minimales de planification et de programmation du territoire et rend encore plus difficile les engagements d'atténuation des impacts.

Même pour la rédaction de la présente étude, il a été très important de créer un *jeu de données* d'information et documentation permettant de jeter les bases du plan d'adaptation. Les activités de suivi du risque et de la vulnérabilité sont multiples et leurs éléments fondamentaux sont listés ci-dessous, qui doivent être réalisés toujours selon le schéma des Objectifs et d'auto-évaluation exposés dans le paragraphe précédent. En ce qui concerne les ressources financières, les responsables du présent plan devront pouvoir quantifier chaque objectif en termes de coûts/délais, en insérant dans la fiche d'auto-évaluation des champs spécifiques comme dans l'exemple proposé.

| | contenus | moyennes | importants |
|--|---|---|---|
| Délais nécessaires pour atteindre l'objectif |  |  |  |
| Coûts nécessaires pour atteindre l'objectif |  |  |  |

- Réaliser et actualiser constamment une base de données complète des événements géohydrologiques (inondations, éboulements, inondations dues à la pluie, etc.) à partir de la recherche historique étendue réalisée par le CNR IRPI pour la présente étude.
- Acquérir des éléments objectifs sur la formation et la propagation des événements de crue à la lumière d'un système de suivi efficace et efficient.
- Révision/complétude des fiches préparées par le CNR IRPI pour des actualisations périodiques.
- Adaptation du Plan de protection civile/Plan d'urgence chaque fois que cela est nécessaire, et aussi à la lumière des scénarii climatiques.
- Mise en œuvre des systèmes d'alerte ;
- Mise en œuvre du système de contrôle climatique et environnemental permettant une évaluation des délais et du mode de propagation des crues et des réponses aux



événements météo-hydrologique par l'ensemble du système hydrographique de surface ;

- Consultation simple et rapide des données météo-climatiques avec la plus petite numérisation temporelle possible. Cela devrait permettre de réaliser un système et un réseau de suivi technologiquement fonctionnel au territoire (également avec un positionnement de caméras).
- Cartographie des systèmes de drainage urbains.
- Signalisation des zones sensibles et potentiellement inondables (écoles, garages souterrains, sous-sols, etc.).
- Augmenter encore la sensibilisation à travers des réunions publiques, didactiques, des panneaux, les médias, les réseaux sociaux, des exercices, des totem.
- Réaliser des modalités de consultation appropriées en temps réel des données de suivi dans le cadre du système d'alerte (également avec des *applications* appropriées à utiliser avec *smartphone* et *tablette*, avec intégration du système d'alerte par SMS déjà disponible).



Figure 18 – Dépliant récapitulatif des comportements d'autoprotection suggérés par la commune de Vado L., également sur la page web de l'administration.



Interreg



MARITTIMO – IT FR– MARITIME

Fonds européen de développement régional



6.3 Suivi des actions

Cette activité est également contrôlée pour l'engagement des ressources économiques impliquées et il est clair que la liste proposée ci-dessous pourra être satisfaite seulement avec une programmation soignée.

Certaines actions sont peu onéreuses et réalisables dans des délais réduits, toujours selon le schéma des *Objectifs* proposé, alors que d'autres doivent être programmées et leur réalisation pourrait survenir également après une révision du plan. Le rôle fondamental de coordination et d'évaluation des priorités et de la faisabilité.

La liste suggérée pour les actions proposées est donnée ci-dessous :

- Entretien des ouvrages d'atténuation, remise en état de ceux-ci.
- Action de prévention – actions d'enlèvement et de délocalisation de bâtiments et d'activités dans les zones à risque.
- Interventions d'adaptation des endiguements avec restauration de la continuité des ouvrages et/ou surélévation de ceux-ci pour les deux berges opposées.
- Réalisation d'interventions pour le drainage des eaux de ruissellement le long de la viabilité primaire et secondaire.
- Vérification de l'aptitude, de la géométrie et des parcours des ouvrages de traitement urbain.
- Interventions de restauration de l'efficacité hydraulique des sections de reflux par la coupe de la végétation dans le lit et le long des berges.
- Rédaction de directives pour la conception de transformations urbaines.
- Adaptation des réglementations du bâtiment destinées à la réduction du risque géohydrologique (zones sous contraintes).
- Norme concernant aux espaces périfluviaux et fluviaux (zones d'expansion, d'atténuation et de laminage des crues).
- Incitation des systèmes de récupération et de stockage des eaux pluviales.
- Récupération de zones imperméabilisées.
- Réduction du risque au niveau des passages souterrains (interventions structurelles).
- Interventions d'ingénierie forestière et Nature-base solution (NBS) pour l'atténuation de l'instabilité le long des versants.
- Augmenter la perméabilité des sols et réduire la consommation des sols ; réaffecter les zones vertes.
- Soutenir les entreprises potentiellement exposées, ou sensibles, pour réduire leur vulnérabilité.



Interreg



MARITTIMO – IT FR–MARITIME

Fonds européen de développement régional



7 CONCLUSIONS

Le CNR IRPI a affronté les problèmes de la ville de Vado Ligure liés au risque alluvionnaire, entendu dans sa totalité, conformément aux accords conclus au moment de la signature de l'accord de collaboration (21/05/2019).

La criticité naturelle accrue de la ville, par ailleurs, concerne justement l'aspect hydraulique, non seulement affronté du point de vue des inondations de ses deux principaux cours d'eau, le T. Segno et le tronçon terminal du T. Quiliano, qui ont été importantes, mais également des petits affluents qui forment un réseau hydrographique épais qui court derrière, à l'intérieur et en dessous du centre habité. Beaucoup de ces rivières, au fil du temps, ont disparu de la vue, étant désormais totalement enterrés : ils coulent dangereusement en dessous des routes, ou à côté des habitations.

Vado Ligure connaît également le gros problème du traitement des pluies intenses. Historiquement, l'attention s'est portée principalement sur les inondations, négligeant les phénomènes créés par des conditions de surcharge du réseau d'égout ou par l'inefficacité des bouches d'égout, dues en partie également à la difficulté de conjuguer la variabilité spatiale et temporelle élevée des événements pluviométriques avec les caractéristiques du bassin. L'analyse historique conduite par le CNR IRPI a permis de retrouver de nombreuses informations qui mentionnent les dommages subis pas les zones morphologiquement plus déprimées : magasins, sous-sols et garages inondés par les eaux météoriques. Dans le cas des inondations urbaines, le reflux superficiel est dû non seulement à la pluie tombée, mais également au débit de retour du système d'égout : dans la majeure partie des cas les inondations se vérifient en effet pendant des événements météoriques extrêmes, quand le reflux superficiel interagit avec le débit excessif transporté par le réseau d'égouts. L'administration communale devra affronter ces prochaines années ce vieux problème afin d'améliorer et d'adapter le système hydrique d'une ville qui a toujours souffert d'inondations très dangereuses pour l'intégrité des biens et des personnes.

Enfin, le troisième danger hydraulique vient de la mer : les marées des dernières années ont mis en lumière un problème, peut-être assoupi dans un passé récent, mais jamais disparu : sa recrudescence devra être dûment prise en compte surtout en ce qui concerne la longue bande côtière du territoire communal aujourd'hui densément urbanisée.

En analysant le risque géohydrologique, l'IRPI n'a pas pu laisser de côté les éboulements. Les collines qui s'élèvent à l'arrière de Vado Ligure et qui constituent la partie la plus élevée des bassins du Segno et en partie du Quiliano sont en effet soumises à des mouvements de gravitation : il s'agit principalement d'éboulements superficiels par fluidification et saturation de la couverture d'éluvion et de colluvion. Les soi-disant « éboulements des pluies intenses », car ils s'activent pendant les ondées brèves et intenses, surtout en été. Ces mouvements de gravitation ne présentent pas des volumes importants : généralement inférieurs à 100 m³, malgré le volume limité ils peuvent être très dommageables surtout pour la circulation, interrompant facilement chaque fois l'accumulation ébouleuse sur une route. Parfois, ces éboulements peuvent également concerner les habitations éparses pour les collines de Vado et de Savone.

Le territoire communal de Vado Ligure s'est développé au cours du dernier siècle, comme la majeure partie des centres habités sur la côte, dans une bande étroite comprise entre les collines et la mer : cette expansion est survenue dans un premier temps autour du vieux bourg, puis toujours plus vers la mer et les cours d'eau. Les prés et les pâturages ont vu apparaître des usines, des industries, et à proximité des pavillons, puis des immeubles, et des centres commerciaux.



Interreg



MARITTIMO – IT FR–MARITIME

Fonds européen de développement régional



Le manque de planification territoriale bien programmée a entraîné l'urbanisation de zones toujours plus proches des lits (les soi-disant zones fluviales), ne tenant pas dûment compte des risques liés aux débordements, malgré les cas répétés survenus.

Agir maintenant sur une ville très urbanisée est très difficile et coûteux : cependant, il faudra opérer, rapidement. Avant tout, grâce à une planification territoriale correcte, qui prévoyait un ensemble d'interventions structurelles et non structurelles pouvant aller des ouvrages d'ingénierie aux délocalisations et aux réseaux de suivi instrumental permettant l'activation de systèmes d'alerte. Il sera essentiel de ne pas autoriser de nouvelles constructions dans des zones déjà considérées à risque (les cartes détaillées sont très disponibles) : cela entraînera une révision rapide des plans réglementaires, pour éviter toute prolifération ultérieure de ces situations de risque. La commune de Vado semble avoir déjà appliqué une norme plus stricte vis-à-vis de ces problématiques avec la rédaction de règlements spécifiques en intégrant la norme d'application aux exigences de la protection civile. Ces instruments « *fournissent des indications sur les actions et sur les normes de protection civile à assumer en temps de paix par le service préposé au contrôle, à la vérification et à la délivrance d'un avis d'agrément au déroulement des activités de nouvelle urbanisation et transformation du territoire.*

Les activités susmentionnées font l'objet d'analyse des Normes d'application du Plan de Protection Civile pour la prévention de l'intégrité publique/privée et en fonction du degré d'exposition au risque qui distingue les zones d'intervention. Il semble clair que dans le respect des dispositions normatives du Plan de Bassin, ces actions deviennent indispensables aux fins de la délivrance de l'avis favorable à la réalisation de toute intervention (activité de construction, mouvement de terre, réalisation d'installations, transformations morphologiques du territoire) dans l'environnement communal.

Les interventions de sauvegarde de l'intégrité publique et privée doivent constituer le préalable de la réalisation des activités d'anthropisation du territoire, en raison des criticités particulières qui distinguent les zones d'intervention. Ces caractères typiques du territoire sont décrits de manière diffuse et détaillée par les documents du Plan de Bassin et en particulier par la Charte de Susceptibilité au Dégradation du Versant et de la Charte des Bandes de Débordement ainsi que de la Cartographie Opérationnelle du Risque du Plan d'Urgence Communal. Ces interventions devront être déterminées, définies, proportionnées et décrites au niveau du projet quand l'intervention est réalisée dans des zones présentant un caractère de risque même minime » (Plan de Protection civile de la commune de Vado Ligure, 2016).

En même temps, l'Administration devra continuer de porter une attention particulière à l'information adressée à la population : il est très important de connaître le phénomène et de savoir comment se comporter dans la phase de paroxysme. On meurt par ignorance dans 80% des cas.

Enfin, un autre aspect très important concerne la communication. La diffusion des connaissances par tous les moyens semble être un pas fondamental qui revêt une grande importance pour la prévention du risque.

La commune de Vado semble être déjà très attentive à ces aspects, par exemple avec des dispositions d'autoprotection diffusées sur le *web* (Figure 18), des communications automatiques par SMS sur les téléphones mobiles (Figure 19) et une signalétique d'alerte dans les zones critiques (Figure 20).

L'administration communale est engagée, grâce aux activités annexes au Plan de Protection civile à la diffusion de la culture de protection civile, et dans cette optique elle organise des réunions et des cours de formation dans les écoles, organise l'impression de



publications et d'opuscules et des exercices de PC. En outre, au cours des phases d'urgence, la commune de Vado a prévu la publication de l'alerte et de la phase opérationnelle sur le profil Facebook de la commune et sur le site institutionnel, sur les panneaux d'information lumineux, donnant des informations sur les principaux comportements de prévention et d'autoprotection déjà mentionnés.



Iscriviti al servizio informativo
via SMS del Comune di Vado
Ligure

Figure 19 – Service automatique d'alerte par SMS offert par la commune de Vado Ligure grâce à une inscription, auquel il est possible d'accéder, par la page web dédiée, depuis le site de la commune.

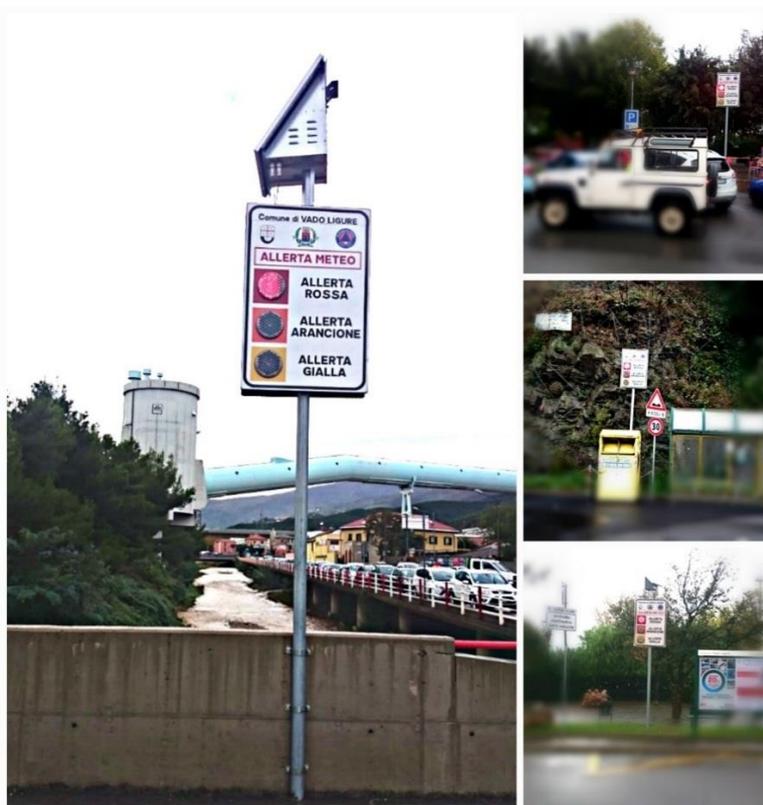


Figure 20 – La commune de Vado, pour informer avec capillarité et immédiateté sur l'état des différentes alertes météo générées, a prévu le positionnement de panneaux électroniques lumineux.