Solutions fondées sur la Nature

Pour l'adaptation au changement climatique afin de prévenir les risques d'inondation

CEPRI
Centre Européen de Prévention du Risque d'Inondation

artisan
Le climat change, adaptons-nous avec la nature

LE PROGRAMME LIFE ARTISAN

Doté d'un budget total de 16,7 M€ sur 2020-2027, ARTISAN (Accroître la Résilience des Territoires aux changements climatiques par l'Incitation aux Solutions d'Adaptation fondées sur la Nature) est un projet Life intégré porté par l'Office français pour la biodiversité. Il mobilise 28 bénéficiaires et met en place 100 actions, pour inventer des solutions territoriales répondant au défi de l'adaptation au changement climatique, tout en créant des bénéfices pour la biodiversité. ARTISAN comprend un Programme Démonstrateur de 10 sites pilotes, 14 animateurs régionaux, un réseau national dont le CEPRI anime le « groupe technique Eau », un centre de ressources et de formation, un accompagnement de différentes filières économiques. Tout ceci dans un seul but : analyser les freins et identifier les leviers pour démultiplier le recours aux SfN sur le territoire métropolitain et ultramarin.

Le projet Life ARTISAN a pour objectif de faciliter l'émergence de projets de Solutions fondées sur la Nature pour adapter les territoires français aux conséquences du changement climatique. Il souligne et explique les synergies entre l'adaptation au changement climatique et la préservation de la biodiversité. Le Life s'appuie sur des actions réalisées à l'échelle locale, régionale, nationale - Hexagone et Outre-mer - et aussi européenne. Co-financé par la Commission européenne, le Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des Territoires et des fonds propres des 28 bénéficiaires associés, le Life ARTISAN est piloté par l'Office français de la biodiversité (OFB).

Le projet Life ARTISAN a reçu un financement du programme LIFE de l'Union européenne.

Le contenu de cette publication relève de la seule responsabilité du CEPRI et ne reflète pas nécessairement l'opinion de l'Union européenne.

artisan@ofb.gouv.fr

@LifeARTISAN

Projet Life ARTISAN

INTRODUCTION

Dans la suite de son investissement depuis 2006 pour une prévention des inondations soucieuses de restaurer écologiquement les territoires, le Cepri porte dans ARTISAN le volet « prévention du risque d'inondation » car il vérifie chaque jour auprès de ses collectivités membres à quel point il est difficile de donner une juste place à la nature et à la biodiversité dans une perspective de défi sociétal en association avec les différents acteurs. En effet, face à l'ensemble des outils proposés pour transformer leurs territoires et les rendre plus résilients, ces collectivités ne mesurent pas toujours la pertinence d'examiner et de construire leur intervention autour des 8 critères identifiés par l'UICN pour caractériser une SfN. La Nature est un allié précieux et efficace pour prévenir le risque d'inondation avec des solutions techniques mais aussi humaines qui sauront s'adapter aux effets attendus du changement climatique même différents de ceux auxquels nous nous préparons aujourd'hui.

Ce guide, publié d'abord en janvier 2022 et mis à jour en janvier 2025, est là pour aider chaque collectivité à recourir aux SfN pour prévenir le risque d'inondation. Il éclaire celles qui pensent que recourir à des opérations de génie écologique suffit à être SfN, sans s'inscrire dans un projet sociétal ou associer l'ensemble des parties prenantes. Ou celles qui n'y voient que de nouvelles sources de financement et se limitent à un "verdissement" de leurs politiques. Or la démarche est plus large et ambitieuse : s'inscrire dans une démarche de SfN ouvre des perspectives qui facilitent la mise en œuvre et l'efficacité de la prévention des inondations sur le moyen et long terme. Elle donne un cadre pour moins recourir à des digues de protection, des ouvrages d'écrêtement et des infrastructures grises. ARTISAN construit à cet effet une boîte à outils pour les décideurs, et ce guide y participe.

Il identifie les différents types d'actions SfN pour prévenir les débordements de cours d'eau, les submersions marines et les phénomènes de ruissellement. Il indique des pistes méthodologiques pour la mise en œuvre de ces solutions (maîtrise d'ouvrage, partenariats, gestion foncière, financement, etc.), afin de répondre sur le plan opérationnel aux besoins des collectivités. Les nombreux exemples récents montrent un panel de solutions "vertes" en alternatives aux infrastructures "grises", avec leurs multiples bénéfices pour la biodiversité, la résilience des milieux, le bien-être humain et l'attractivité des territoires.

Ce guide n'a pas vocation à apporter de réponse idéale, reproductible partout. Mais il analyse en détail ce que signifie le recours à des SfN sur le terrain, y compris pour leur financement, en s'appuyant sur de nombreux exemples mis à jour. Il montre que plusieurs choix sont possibles pour prévenir les inondations, qu'une démarche de planification comme la proposent les SfN éclaire la décision et qu'aucune piste n'est à écarter. Ces exemples de mise en œuvre sur le terrain commencent à nous donner un recul intéressant sur leur pertinence face aux inondations. Les SfN présentent des atouts non négligeables dont les collectivités, gémapiennes ou non, auraient tort de se priver. Espérons que les exemples et les ressources de ce guide sauront les inciter à se lancer !

ABSTRACT

Nature-based Solutions (NbS) are actions designed to protect, sustainably manage, and restore ecosystems to address challenges like climate change adaptation while enhancing biodiversity and human well-being. Examples include river remeandering, removing flow barriers, restoring wetlands, managing coastal dunes, planting hedgerows, and sustainable farming to combat erosion and runoff. These measures reduce flood risks and enhance ecosystem resilience to climate change. Since 2006, CEPRI has promoted ecological restoration in flood prevention It's the reason why it contributed to the ARTISAN project. Many local governments struggle to adopt NbS, often underestimating their relevance and failing to align with the eight criteria set by the IUCN. This guide, updated in January 2025, aims to help municipalities embrace NbS not just as eco-engineering but as a holistic societal approach involving stakeholders. The guide outlines NbS actions for addressing river overflows, marine submersions, and runoff, offering practical methods for implementation, including governance, partnerships, and financing. It emphasizes green alternatives to traditional infrastructure, showcasing recent examples that highlight biodiversity, resilience, and community benefits. While not providing a one-size-fits-all solution, it explores how NbS can effectively complement flood prevention strategies. By leveraging these insights, local authorities can build more adaptive, sustainable, and socially inclusive responses to flooding challenges.

CE DOCUMENT EST :

- *Une aide pour identifier ce qu'est une Solution fondée sur la Nature (SfN) pour prévenir les risques d'inondation.*
- *Une base d'exemples qui pourraient être qualifiés de SfN pour prévenir les risques d'inondation par ruissellement, débordement de cours d'eau et submersion marine.*
- *Un appui méthodologique aux collectivités pour mettre en place des SfN sur leur territoire.*

CE DOCUMENT N'EST PAS :

- *Un recensement de toutes les SfN existantes ou envisageables.*
- *Une réponse à toutes les conséquences des effets du changement climatique.*
- *Une liste d'exemples reproductibles sur tous les territoires.*

Sommaire

1. QU'EST-CE QU'UNE SOLUTION FONDÉE SUR LA NATURE (SfN) ? 5

Le concept de Solution fondée sur la Nature (SfN) 5
L'adaptation au changement climatique par les Solutions fondées sur la Nature 6

2. PRÉVENTION DU RISQUE INONDATION : POURQUOI RECOURIR AUX SfN ? 7

Les risques d'inondation et le changement climatique 7
Les SfN pour réduire l'exposition 10
Les SfN et la réduction de l'intensité de l'aléa 10

3. QUELLES SfN POUR PRÉVENIR LES RISQUES D'INONDATION ? 13

Les actions qui permettent de gérer et de réduire les ruissellements 13
Les actions qui permettent de réduire les risques liés aux débordements de cours d'eau 20
Les actions qui permettent de réduire les submersions marines 26

4. COMMENT LES METTRE EN ŒUVRE ? AVEC QUELS OUTILS ? 35

Avoir une maîtrise d'ouvrage solide et déterminée, fondée sur une volonté politique 35
S'appuyer sur la compétence GEMAPI 37
Inscrire la SfN dans un projet de territoire 40
Anticiper la question du foncier 51
Financer les SfN 54

5. QUELS SONT LES AVANTAGES ET LES PISTES D'AMÉLIORATION DES SfN ? 59

Les avantages des SfN 59
Les pistes d'amélioration 63

DES PISTES POUR AGIR EFFICACEMENT AVEC LES SfN 67

LISTE DES PROJETS PRÉSENTÉS 68

CONCLUSION 69

POUR ALLER PLUS LOIN 70

REMERCIEMENTS 71

1. Qu'est-ce qu'une Solution fondée sur la Nature (SfN) ?

Pour prévenir les risques d'inondation, les collectivités s'orientent depuis plusieurs années vers des actions qui intègrent la nature, de façon alternative ou complémentaire aux ouvrages hydrauliques. On peut parler de solutions "douces", d'infrastructures "vertes", qui représentent une alternative aux ouvrages qualifiés d'infrastructures "grises" ou de génie civil. Par exemple, créer des méandres au lieu de canaliser une rivière ou bien restaurer une zone d'expansion de crue au lieu de conforter une digue.

LE CONCEPT DE SOLUTION FONDÉE SUR LA NATURE (SfN)

La notion de "Solution fondée sur la Nature" apparaît dans les années 2000, dans l'objectif de multiplier l'ampleur et le nombre d'actions de préservation de la biodiversité afin d'enrayer son déclin, tout en répondant à d'autres défis de sociétés tels que l'adaptation au changement climatique, l'accès à l'eau et la nourriture de qualité, la santé, etc.

Le terme SfN est très proche d'autres concepts, qui ont tous en commun le fait d'agir positivement sur la nature et d'apporter des bénéfices pour la biodiversité et le bien-être humain : la restauration écologique, le génie écologique ou l'ingénierie écologique, les infrastructures naturelles, les infrastructures "vertes", l'adaptation aux changements climatiques fondée sur les écosystèmes, la gestion intégrée des zones côtières, la gestion intégrée de la ressource en eau, les mesures naturelles de rétention d'eau (MNRE), etc.

UN CONCEPT DÉFINI PAR L'UNION INTERNATIONALE POUR LA CONSERVATION DE LA NATURE (UICN)

C'est lors du Congrès mondial de la nature de 2016 que l'UICN a défini les SfN comme :

"les actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement les défis de société de manière efficace et adaptative, tout en assurant le bien-être humain et en produisant des bénéfices pour la biodiversité"[1].

Il s'agit de réalisations concrètes qui font intervenir la nature, en cherchant à apporter un gain pour la biodiversité et pour la société dans son ensemble.

Le changement climatique figure parmi les 7 défis de société identifiés par l'UICN. Ainsi, une SfN doit permettre à un territoire, de lutter contre ce changement climatique, en cherchant à s'y adapter. Cette définition s'accompagne de critères définis au niveau international permettant de qualifier une action de SfN[2].

1 - L'UICN n'est pas la seule organisation internationale à valoriser ce type de pratiques. Ainsi, la Commission européenne, la Banque mondiale et l'ONU ont également proposé leur propre définition des SfN, s'inspirant de celle de l'UICN. L'assemblée des Nations Unies pour l'environnement a adopté, en 2022, une résolution relative aux SfN pour soutenir le développement durable. (https://wedocs.unep.org)
2 - UICN (2020). https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-020-Fr.pdf.

On peut citer par exemple la restauration des bras morts d'un cours d'eau qui réouvre des espaces pour l'écoulement de l'eau, l'alimentation de la nappe, la circulation des poissons et la diversité de la vie aquatique ou encore la restauration de zones de marais littoraux qui assurent le stockage de l'eau tout en permettant à une biodiversité spécifique de s'y développer.

En France, le Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC 3), la Stratégie biodiversité 2030 et le plan européen de restauration de la nature promeuvent les Solutions fondées sur la Nature.

Dans le domaine de la prévention des risques d'inondation, une Solution fondée sur la Nature est une action ayant pour objectif de réduire le risque de catastrophe naturelle, tout en renforçant la résilience globale des écosystèmes et des sociétés humaines, en s'appuyant sur des processus naturels sélectionnés aussi pour leur flexibilité, leur robustesse et leur adaptabilité aux évolutions découlant des effets du changement climatique.

L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE PAR LES SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE

Définies dans le cadre du projet Life ARTISAN, les Solutions fondées sur la Nature (SfN) ont pour objectif d'améliorer la résilience des territoires en s'appuyant sur les services et les ressources fournis par les écosystèmes.

Découlant de la définition des SfN, une Solution d'adaptation fondée sur la Nature (SfN) vise à la fois à s'adapter aux impacts des changements climatiques tout en permettant d'obtenir un gain net pour la biodiversité et des co-bénéfices pour la société.

ATTENTION

Tous les projets qui intègrent la nature ne sont pas des SfN. Sont notamment exclues les actions exploitant industriellement un phénomène naturel (énergie éolienne, hydraulique ou marine), celles basées sur le biomimétisme, c'est-à-dire qui imite la nature, sans créer de bénéfice pour la biodiversité ou celles répondant à une obligation réglementaire, sans s'appuyer sur les écosystèmes (comme la séquence "éviter, réduire, compenser"). Une SfN est une réalisation concrète, qui génère des bénéfices pour la biodiversité, en s'appuyant sur le fonctionnement de la nature, tout en permettant une adaptation aux effets du changement climatique. C'est cette définition qui est retenue dans le cadre de ce guide. Tous les projets cités dans ce guide ne sont pas tous des "Solutions fondées sur la Nature" au sens strict, c'est-à-dire répondant aux 8 critères définis par l'UICN dans son Standard mondial sur les SfN[3]. Des projets sont parfois qualifiés de SfN mais ne répondent pas entièrement à l'ensemble des critères posés par l'UICN (dont celui de répondre à un "défi sociétal", tel que l'adaptation au changement climatique par exemple). Les collectivités qui les mettent en œuvre tentent d'introduire une dimension "préservation de la biodiversité", tout en cherchant à réduire les risques naturels, dont les risques d'inondation, qui font partie des 6 défis sociétaux inscrits dans les SfN. Mais bien souvent, l'adaptation au changement climatique qui constitue l'un des défis sociétaux pour l'UICN n'est peu, voire pas intégrée dès l'origine du projet. On parlera donc de solutions "assimilées à des SfN" mais qui ne sont pas des SfN au regard des critères posés par l'UICN. Bien qu'elles ne remplissent pas l'ensemble des critères de la définition d'UICN, les actions qui mettent en œuvre ces concepts permettent généralement déjà d'atteindre deux des objectifs fondamentaux des SfN : la réduction du risque d'inondation et la production de bénéfices pour la biodiversité. L'objectif de ce guide est de montrer que de nombreuses démarches existent en France pour tenter de se saisir de ce concept, et donner plus de place à la nature dans des projets de prévention des risques d'inondation.

3 - UICN (2020). Standard mondial de l'UICN pour les solutions fondées sur la nature. Cadre accessible pour la vérification, la conception et la mise à l'échelle des SfN. Première édition. Gland, Suisse : UICN. https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-020-Fr.pdf

2. Prévention du risque inondation : pourquoi recourir aux SfN ?

Les risques d'inondation peuvent être divers : submersion marine, débordement de cours d'eau rapide ou lent, remontée de nappe, ruissellements, coulées de boues, rupture d'ouvrages (barrages, systèmes d'endiguement, aménagements hydrauliques).

Au cours du XXIe siècle, le risque d'inondation devrait s'aggraver, de manière globale, en Europe, avec toutefois de fortes disparités régionales décrites dans le PNACC 3. Cette aggravation tient pour partie au développement socio-économique attendu dans les zones à risques (augmentation des enjeux et de la valeur des biens) mais également aux effets du changement climatique sur le régime des précipitations.

Les SfN représentent une solution parmi toutes celles qui sont aujourd'hui mises en œuvre par les collectivités pour prévenir les risques. Si elles peuvent avoir un effet sur l'aléa, c'est-à-dire le phénomène d'inondation, elles peuvent aussi contribuer à rendre un territoire moins vulnérable en cherchant à limiter l'exposition des habitants, des bâtiments et infrastructures au risque d'inondation.

LES RISQUES D'INONDATION ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Depuis la fin du XIXe siècle, la température moyenne planétaire s'élève, en raison des activités humaines, provoquant des changements à l'échelle mondiale (augmentation du niveau de la mer, intensification des phénomènes cycloniques, sécheresses répétées, etc.). Le 6e rapport du GIEC se base sur le scénario d'une augmentation probable de la température de 1,5°C entre 2030 et 2052[4]. Pour ce scénario, les impacts sur le climat local et régional seraient importants : augmentation des épisodes de chaleur extrême dans les zones habitées, augmentation des phénomènes de précipitations intenses avec 7 % de pluies supplémentaires dans l'hémisphère nord et des risques d'inondation accrus, élévation du niveau de la mer et augmentation des risques de submersion marine, entre autres. La température en France métropolitaine pourrait augmenter de +3,8 °C d'ici 2100 par rapport à la période 1900-1930, en suivant un scénario d'émissions intermédiaires. Sur la période 1959-2009, la tendance observée est d'environ +0,3°C par décennie en métropole et de 0,24° aux Antilles et 0,34 ° en Guyane. Selon Météo-France, concernant l'hémisphère sud (Mayotte, La Réunion), le risque cyclonique et les précipitations auraient tendance à augmenter, provoquant une hausse des risques d'inondation et de submersion marine. À Mayotte en particulier, l'effet combiné du risque cyclonique en lien avec le réchauffement de la surface des océans, de la hausse du niveau marin, de l'affaissement de l'île (volcan sous-marin), de la fragilisation de la barrière de corail (augmentation de la température de l'océan) augmenterait la vulnérabilité du territoire.

L'importance de l'aggravation du risque d'inondation va toutefois dépendre d'une part, des scénarios d'émission des gaz à effet de serre (GES) et donc de l'augmentation de la température moyenne mondiale, des trajectoires de développement plus ou moins soutenables qui seront prises par les territoires ainsi que des efforts en matière d'adaptation qui seront réalisés.

4 - IPCC, Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/#SPM

L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES RISQUES DE SUBMERSION MARINE

L'augmentation du niveau de la mer liée au réchauffement planétaire n'est plus à démontrer. Le niveau de la mer, qui a déjà augmenté de près de 20 cm depuis la fin du XIXe siècle devrait encore s'élever de 0,28 m à 1 m selon le GIEC d'ici la fin du siècle, en fonction des scénarios d'émission de GES[5]. L'inertie thermique des océans soutenant cette élévation dans la durée, selon le GIEC, les phénomènes de submersion marine pourraient être plus importants allant jusqu'à multiplier par cinq le montant des dommages moyens annuels sur les côtes européennes[6].

Sur une partie du littoral français comme de nombreux littoraux dans le monde, ce phénomène se conjugue avec l'érosion et le recul du trait de côte. L'intensité de cette érosion va dépendre localement de la configuration géographique de la côte, de sa nature (côte rocheuse, sableuse, à galets…), des ouvrages installés par l'Homme[7] mais aussi de la manière avec laquelle elle va évoluer sous l'effet de ces nouvelles menaces, en particulier des conditions météorologiques impactées par le changement du climat.

L'élévation en cours du niveau moyen marin lié au changement climatique combiné à l'érosion des côtes basses, et, dans certains secteurs, à la subsidence des sols, peut avoir un impact significatif sur le risque de submersion marine. En effet, ces phénomènes sont susceptibles d'augmenter l'intensité de l'aléa sur les zones impactées (exposition directe des enjeux à l'action des vagues, augmentation de la hauteur d'eau et de la durée de la submersion), ce qui pousse les territoires insulaires et littoraux à rechercher des solutions d'adaptation dès aujourd'hui pour permettre à leurs habitants de continuer à vivre sur ces territoires.

Si l'élévation du niveau de la mer est certaine, il en est tout autrement pour les précipitations et leurs conséquences sur les risques d'inondation par débordement de cours d'eau.

L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES RUISSELLEMENTS ET LES COULÉES DE BOUES

Le changement climatique perturbe le cycle de l'eau et conduit donc à des modifications du régime des précipitations. De manière générale, l'Europe du Nord devrait ainsi connaître au cours du XXIe siècle une augmentation globale de ses précipitations, notamment en hiver tandis que l'Europe du Sud verrait une diminution, plus particulièrement en période estivale.

La part des précipitations extrêmes devrait quant à elle très probablement augmenter sur la plupart des régions y compris sur celles qui verront une diminution des quantités globales de précipitations.

Au niveau global, les intensités des évènements de précipitations extrêmes devraient augmenter de 7 % pour chaque degré de réchauffement supplémentaire[8].

Dans les régions méditerranéennes, le nombre d'évènements serait également plus important avec une hausse de l'ordre de 20 %. La Caisse centrale de réassurance (CCR) estime que les dommages aux biens assurés liés aux phénomènes d'inondation par ruissellement devraient augmenter de 50 % d'ici 2050 en France métropolitaine[9].

Ainsi, l'augmentation attendue de la fréquence et de l'intensité des épisodes de précipitations extrêmes devrait contribuer à augmenter le risque d'inondation pluviale et les phénomènes de ruissellement et de coulées d'eaux boueuses tant en milieu urbain que rural.

5 - IPCC (2021).
6 - CEPRI, Changement climatique – vers une aggravation du risque inondation en France et en Europe ? 2015.
7 - Ces ouvrages perturbent le fonctionnement naturel des courants, des érosions et dépôts, des températures, des apports d'eau et de sédiments par les rivières et les fleuves (retenues d'eau artificielles, ouvrages arrêtant les sédiments)
8 - IPCC (2021). Le GIEC estime que les risques d'épisodes de fortes précipitations seraient plus élevés dans l'hémisphère nord : "Dans leur ensemble, agrégées à l'échelle du globe, les fortes précipitations devraient être plus intenses à 2°C qu'à 1,5°C de réchauffement planétaire (degré de confiance moyen). En conséquence des fortes précipitations, plus de terres émergées devraient être exposées à des risques de crue à 2°C qu'à 1,5°C de réchauffement planétaire (degré de confiance moyen)."
9 - CCR, Conséquences du changement climatique sur le coût des catastrophes naturelles en France à horizon 2050, 2018.

L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES DÉBORDEMENTS DE COURS D'EAU

L'impact du changement climatique sur le cycle de l'eau, avec l'augmentation de l'intensité et de la fréquence des phénomènes climatiques (pluies, tempêtes, cyclones, ouragan, etc.), devrait également conduire à une modification des risques d'inondation des fleuves et rivières avec toutefois de grandes disparités entre régions et bassins versants.

Au niveau européen, la France serait l'État subissant le plus de dommages avec plus de sept milliards de dommages moyens annuels pour un réchauffement de 2°C devant l'Allemagne et l'Italie[10].

Cette probabilité d'augmentation des évènements plus importants pousse les territoires à rechercher des solutions pour prévenir ces phénomènes, en ayant toutefois des difficultés à quantifier les effets et donc à dimensionner précisément la réponse à apporter à l'échelle locale, en tenant compte des impacts des activités humaines : ouvrages (capacité écoulement réduite), urbanisation, envasement, disparition des zones d'expansion des crues ou des systèmes protégeant les côtes marines.

LA RESTAURATION DES FONCTIONNALITÉS DU RUISSEAU DE MARCÉ EN CONTEXTE DE TOURBIÈRES POUR FAIRE FACE À L'ÉVOLUTION DES RÉGIMES DE PLUIE PAR LE SMBVAR (MAINE-ET-LOIRE)

Porteur du projet : Syndicat Mixte des Basses Vallées Angevines et de la Romme (SMBVAR)

Financeurs et budget : 800 000€ TTC (50% Agence de l'eau Loire-Bretagne, 30% Région Pays de la Loire, 20% SMBVAR)

Calendrier : 2017-2022

Lauréat Life ARTISAN 2024

Travaux de renaturation du ruisseau de Marcé. © SMBVAR.

Le territoire du SMBVAR, couvrant 1 500 km², est traversé par les rivières Mayenne, Sarthe et Loir qui voient leur débit réduit pendant l'été, avec 50 à 80 % de leurs affluents souvent asséchés. Les interventions humaines, telles que le curage des rivières au début du XXe siècle et la construction de l'autoroute A11, ont modifié l'écosystème local et entraîné une perte de biodiversité. La renaturation des zones humides est ainsi devenue une priorité.

Le projet de restauration a impliqué plusieurs interventions : désendiguement d'un ancien bassin de laminage pour le reconnecter au lit majeur du ruisseau, reméandrage du cours d'eau, et rehaussement du fond du lit en amont. Des travaux ont concerné l'ensemble des formations boisées, buissonnantes et herbacées présentes sur les rives du cours d'eau (ripisylve), du terrassement (nouveau lit, apport de granulats, désendiguement...) et du génie civil (ouvrages routiers). Au total, 2,7 km de cours d'eau ont été restaurés, avec une réduction de la largeur et de la profondeur du lit, passant de 5 mètres de largeur et 2 mètres de profondeur à environ 2 mètres de largeur et 40 à 50 centimètres de profondeur.

Ces aménagements permettront de mieux gérer les fluctuations de l'eau, en rétablissant la relation entre la nappe phréatique et la rivière, et en créant des zones d'expansion des crues. Ils amélioreront également la qualité de l'eau en renforçant les capacités d'auto-épuration des milieux, et favoriseront la production de tourbe, contribuant ainsi à l'optimisation du puits de carbone des tourbières. La restauration des zones humides aidera aussi à préserver les habitats d'espèces protégées, comme l'a déjà montré la présence de la rousserolle effarvatte dans la zone.

Pour en savoir plus :
https://www.smbvar.fr/actualites/fin-des-travaux-de-renaturation-du-ruisseau-de-marce

10 - Dottori F, Mentaschi L, Bianchi A, Alfieri L and Feyen L, Adapting to rising river flood risk in the EU under climate change, EUR 29955 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-12946-2, doi:10.2760/14505, JRC118425.

LES SfN POUR REDUIRE L'EXPOSITION

Les inondations résultent d'un aléa hydrologique (crues de cours d'eau, ruissellement, submersion marine) dont l'intensité et la fréquence sont influencées par les dynamiques naturelles et les aménagements humains. La gestion du risque inondation repose sur plusieurs stratégies, dont la limitation de l'exposition des enjeux et la réduction de leur vulnérabilité. Les SfN peuvent répondre à ces objectifs en permettant de ralentir la propagation des ruissellements et d'infiltrer les eaux en amont grâce à des interventions telles que la couverture végétale des sols, l'implantation de haies, la restauration de prairies humides, etc.

Dans le lit des cours d'eau, la reconnexion des annexes hydrauliques (anciens bras morts, mares, zones humides riveraines, etc.), la renaturation des berges et la reconstitution de méandres, augmentent la capacité de stockage et dissipent l'onde des crues. Ces aménagements réduisent la vitesse des écoulements et l'ampleur des crues pour les événements fréquents de faible à moyenne intensité, limitant ainsi l'exposition des infrastructures et des habitations situées en aval.

À NOTER

La restauration des cours d'eau et des zones humides est une solution « sans regret » participant à la diminution du risque d'inondation, l'amélioration générale de la qualité d'eau et la préservation de la biodiversité. Elle reste efficace même si le scénario d'évolution climatique diffère de celui pour lequel elle a été conçue et dimensionnée. La restauration des fonctionnalités des milieux permet de réguler le microclimat dans un contexte de changement climatique.

LES SfN ET LA RÉDUCTION DE L'INTENSITÉ DE L'ALÉA

La vulnérabilité d'un territoire face au risque d'inondation se caractérise par sa sensibilité aux dommages potentiels touchant la sécurité des personnes, les habitations, les activités économiques, les services et équipements publics, les réseaux et l'environnement (pollutions). Elle dépend également de sa capacité à absorber le choc et à retrouver un fonctionnement normal après une inondation. Ce délai de récupération peut varier de quelques jours à plusieurs années, en fonction de la gravité de l'événement, de la résilience du territoire et des mesures de préparation du territoire pour gérer l'inondation.

Si elles constituent une première réponse pour moduler l'intensité des phénomènes hydrologiques, les actions techniques visant à gérer les écoulements et limiter les débordements ne sont pas toujours suffisantes. Les nombreux exemples de surverses, de ruptures de digues et parfois même de barrages prouvent que ces infrastructures ne garantissent pas une protection totale, surtout lorsque leur dimensionnement n'a pas pris en compte l'augmentation des extrêmes hydrologiques liée au changement climatique. Cela souligne la nécessité d'intégrer des stratégies complémentaires.

Des interventions supplémentaires peuvent être mises en œuvre pour adapter le territoire au risque d'inondation et réduire son exposition, notamment en revoyant les principes d'aménagement et en intégrant la récurrence des crues dans la conception des infrastructures. Cela peut passer par la préservation des zones d'expansion des crues, la surélévation des constructions, l'adaptation des réseaux et la délocalisation d'activités en zones inondables lorsque cela est pertinent.

Il est aussi intéressant d'augmenter la capacité d'adaptation du territoire en améliorant la connaissance du risque et en renforçant la culture du risque auprès des populations et des acteurs locaux. Des actions de sensibilisation et de formation des habitants, entrepreneurs,

11 - CEPRI, Comment saisir les opérations de renouvellement urbain pour réduire la vulnérabilité des territoires inondables face au risque d'inondation ? Principes techniques d'aménagement, 2015.

RESTAURATION HYDRO-MORPHOLOGIQUE DE LA ROMANCHE (ISÈRE)

Porteur du projet : Syndicat mixte des bassins hydrauliques de l'Isère (SYMBHI)

Montant des travaux : 25.5 millions € HT (35.4% État, 24.6% SYMBHI, 24.3% Région, 11% FEDER, 5.6% Agence de l'Eau), dont 3.8 millions € HT destinés à des opérations de restauration écologique.

Calendrier : 2013 - 2016

Entre 2013 et 2016, le SYMBHI a mené des travaux de restauration hydro-morphologique pour permettre aux cours d'eau de retrouver un fonctionnement naturel tout en protégeant les zones urbanisées du risque de crues centennales de la rivière Romanche et de l'effondrement des Ruines de Séchilienne. Ces chantiers s'intégraient dans un projet incluant également des opérations de confortement de digues protégeant environ 20 000 habitants de la plaine de Vizille, située à une quinzaine de kilomètres en amont de Grenoble. Le risque d'éboulement de la Séchilienne a conduit l'État à exproprier 94 maisons du hameau de l'Île Falcon grâce à des conventions financées par le fonds Barnier.

Cette opération a libéré des terrains pour des aménagements s'apparentant à des SfN. Parmi les réalisations majeures : la restauration d'un bras de décharge permettant la création d'une zone humide, la réouverture de quatre anciens bras secondaires sur un linéaire de 1,5 km, la restauration du lit de la rivière sous forme de tresses, la réhabilitation de la continuité piscicole, la protection de 21 ha de bois alluviaux et la création de plages végétalisées. Pour réaliser ces aménagements, une route départementale a été déplacée et remplacée par une voie végétalisée, 535 ml de digues ont été démantelés et plusieurs seuils arasés. Ces actions ont permis de redonner plus d'espace à l'eau, réduisant ainsi la vitesse d'écoulement en cas d'inondation torrentielle et la pression sur les digues, tout en favorisant les mécanismes de décharge, de dépôts et de piégeage par les arbres. Elles contribuent aussi au rechargement de la nappe phréatique, à la régulation sédimentaire lors de crues importantes et soutiennent la biodiversité aquatique et terrestre.

En 2024, le premier bilan de suivi hydromorphologique mené par le SYMBHI montre que le bras de décharge des Ruines de Séchilienne est très actif et fonctionnel lors des hauts débits, tandis que les bras de l'Île Falcon affichent une dynamique plus faible mais stable. L'effacement d'une digue en amont a entraîné un recul naturel de la berge d'une dizaine de mètres, enrichissant la rivière en sédiments. Après la crue de juin 2024, les analyses indiquent un apport sédimentaire abondant.

Le suivi faunistique révèle un retour des castors à leur niveau d'avant travaux, avec une population en augmentation. Par ailleurs, les plantations dans le lit mineur et à l'arrière des digues ont un taux de reprise de 93 %. Ces chantiers ont également permis de recréer des habitats typiques des rivières alpines, classés « habitats d'intérêts communautaires prioritaires ».

Pour en savoir plus :

https://symbhi.fr/nos-territoires/la-romanche/romanche-sechilienne-des-travaux-dans-la-plaine-de-vizille/

Restauration de l'espace de liberté sur le secteur de l'Île Falcon à Saint Barthélemy de Séchilienne. © Dupont Renoux / SYMBHI.

élus et associations, ainsi que la diffusion de bonnes pratiques en cas de crise, permettent de mieux anticiper les événements et de limiter les comportements à risque.

Les SfN jouent un rôle central dans la réduction de la vulnérabilité, en restaurant les capacités naturelles des écosystèmes à réguler les écoulements et à atténuer les impacts des inondations. Elles favorisent une approche de l'aménagement du territoire qui redonne plus de place à la nature et améliore la résilience des infrastructures et des activités humaines. En s'appuyant sur les dynamiques naturelles pour limiter les effets des crues, elles contribuent également à reconnecter les populations à leur environnement et à une gestion plus durable du risque.

POUR RÉSUMER

Les SfN peuvent participer à la réduction du risque d'inondation sur un territoire, en limitant l'aléa pour certains niveaux de crue, généralement les plus fréquents. À dire d'experts, les SfN semblent efficaces pour réduire les effets des écoulements, des crues ou des submersions les plus fréquents.

Par ailleurs, s'appuyer sur le fonctionnement naturel des écosystèmes pour limiter les conséquences des inondations, conduit à un aménagement du territoire qui réinscrit son caractère inondable dans le paysage et rappelle aux riverains le caractère naturel des débordements ou des submersions ce qui contribue à réduire la vulnérabilité de ce territoire.

RESTAURATION DU FONCTIONNEMENT DES ÉTANGS DU LIMOUSIN (PNR - CDC BIODIVERSITÉ)

Le PNR Périgord-Limousin est couvert par un réseau de zones humides s'étendant sur 4700 ha, dont la préservation et la gestion durable sont un axe majeur inscrit dans sa charte. Depuis 2014, le Parc a contribué à l'effacement de près de 100 plans d'eau, sur les 5000 que comptent le territoire, pour restaurer les zones humides qui préexistaient à ces plans d'eau artificiels.

Avec l'appui de la CDC Biodiversité dans le cadre du programme Nature 2050, le PNR a effacé un étang d'environ 7800 m², situé sur la commune de Bussière-Galant (87), qui avait un usage de loisir et d'abreuvement du bétail.

En décembre 2013, une brèche ouverte sur la digue a entraîné une vidange complète. Les travaux de colmatage de la digue et de mise aux normes du plan d'eau étant trop onéreux, et la mauvaise gestion de l'étang dégradant la qualité de l'eau, le propriétaire a souhaité le supprimer. Le PNR et CDC Biodiversité ont accompagné le propriétaire pour effacer l'étang, restaurer la zone humide initiale et la continuité écologique du cours d'eau, repositionné dans son lit naturel. La zone humide a retrouvé ses fonctions d'épuration de l'eau et de régulation des écoulements, au bénéfice aussi de la biodiversité et des usages économiques liés à la zone.

Fin 2024, il supprime 5 plans d'eau artificiels sur le bassin de la Valouse, pour restaurer les zones humides autrefois présentes sur ces parcelles et contribuer à l'amélioration de la qualité de l'eau.

Pour en savoir plus : https://www.cdc-biodiversite.fr/realisations/etangs-du-limousin/

12 - CEPRI, Sensibiliser les populations exposées au risque d'inondation, Comprendre les mécanismes du changement de la perception et du comportement, 2013.

3. Quelles SfN pour prévenir les risques d'inondation ?

Pour limiter les risques de ruissellements, de débordements de cours d'eau et de submersion marine, plusieurs types d'actions peuvent être mis en œuvre, en s'appuyant sur le fonctionnement des écosystèmes naturels.

LES ACTIONS QUI PERMETTENT DE GÉRER ET DE RÉDUIRE LES RUISSELLEMENTS

Les eaux de ruissellement sont les eaux de pluie qui, n'ayant pas été infiltrées dans le sol ou drainées par un réseau d'évacuation, circulent avant de s'accumuler dans des points bas (thalwegs, zones d'accumulation, rivière, etc.). Le volume d'eau ruisselée dépend donc directement de la différence entre l'importance des précipitations (intensité, durée) et la capacité d'infiltration du sol. Lorsque celle-ci est dépassée, les eaux excédentaires circulent sur le territoire.

En fonction de la vitesse et des volumes ruisselés, les inondations par ruissellements peuvent avoir des impacts dommageables pour les humains et pour les milieux (comme la pollution de l'eau et des milieux, par exemple). Les inondations par ruissellement pluvial sont souvent accompagnées d'autres phénomènes : glissements de terrain, coulées d'eaux boueuses, érosions des sols, etc. La rapidité avec laquelle les phénomènes surviennent, vient de plus compliquer la gestion de crise.

Les eaux pluviales, rejetées dans un réseau d'assainissement unitaire, peuvent rapidement saturer ce type de réseau mêlant ensemble eaux usées et eaux pluviales et provoquer alors des débordements hors réseaux, qui entraînent un risque de pollution des milieux naturels. Les coûts et la difficulté du redimensionnement des réseaux existants ont ainsi conduit à l'adoption de méthodes nouvelles, en surface, qui reproduisent les fonctions naturelles d'infiltration et d'épuration des eaux ruisselées.

L'objectif des solutions listées ici est donc de réduire autant que possible l'importance des ruissellements sur le territoire :

- ***en favorisant une meilleure infiltration vers la nappe phréatique,***
- *en réduisant la vitesse et le volume des ruissellements,*
- ***en stockant les eaux n'ayant pas été infiltrées avec des méthodes adaptées, pour différer leur évacuation vers le milieu naturel.***

FAVORISER L'INFILTRATION VERS LA NAPPE

L'objectif ici est de faire infiltrer le plus possible l'eau vers la nappe, ce qui permet d'éviter la saturation des réseaux d'évacuation des eaux pluviales et une potentielle pollution des milieux naturels.

En outre, le sol peut avoir l'effet d'un filtre, ce qui permet d'améliorer la qualité des milieux et de recharger la nappe. En revanche, lorsque la nappe affleurante est pleine ou que le sol est saturé, l'eau ne s'infiltre plus. Plusieurs solutions s'appuyant sur les services écosystémiques peuvent favoriser une meilleure infiltration dans le sol.

Améliorer la qualité des sols cultivés

Les sols compactés, notamment par la circulation d'engins, et les sols soumis à une agriculture de type monoculture, ont généralement une capacité d'infiltration de l'eau réduite et ont donc tendance à favoriser les inondations par ruissellement, tout comme le sens de labour. En faisant davantage "respirer" les sols, la *décompaction des sols* permet ainsi d'en améliorer la qualité.

A titre d'exemple, *la présence d'arbres* (si possible feuillus) dans le cadre de projets d'agroforesterie *facilite l'absorption directe d'importants volumes d'eau*, en raison du réseau racinaire sous-jacent[13] : "*un sol agricole vivant (en particulier riche en vers de terre) et bien structuré peut absorber entre 40 et 100 mm d'eau en une heure (voire 300 mm/h selon l'INRAE) et joue donc un rôle d'amortisseur des pluies d'orage*[14]". Les racines créent une structure du sol plus aérée, ce qui favorise l'infiltration et le stockage de l'eau dans le sous-sol. Les arbres ainsi que l'agro-écologie (culture intermédiaire, cultures inter-rang, bandes enherbées, haies...) permettent aussi de stocker le CO2 et rafraîchissent l'air environnant grâce à l'évapotranspiration et l'ombrage créé. Outre la réduction des ruissellements, le réseau racinaire limite également l'érosion des sols. Ces solutions sont bénéfiques pour l'avifaune et les chauves-souris entre autres. D'autre part, les vers de terre et la vie microbienne souterraine participent à l'aération du sous-sol. Ces "travailleurs de l'ombre" creusent en effet des galeries de quelques millimètres de diamètre qui permettent d'augmenter grandement la capillarité d'un sol et donc sa capacité d'infiltration.

Désimperméabiliser les sols et restaurer la végétalisation en milieu urbain

La désimperméabilisation des sols permet *une meilleure infiltration de l'eau de pluie*. De fait, cela diminue fortement les écoulements de surface et donc les eaux de ruissellement. Cela a son importance dans la mesure où les pluies intenses sont amenées à augmenter en fréquence avec le changement climatique. Cependant, lorsque les sols sont saturés et ne sont plus en mesure d'absorber l'eau, ce type d'action ne limite plus suffisamment les phénomènes de ruissellement. Pour être considérée comme une SfN, toute action de désimperméabilisation doit permettre un gain net de biodiversité. La végétalisation des sols peut notamment y contribuer, par la désartificialisation et restauration voire la recréation de sol naturel. Cela favorisera également l'infiltration de l'eau dans le sol, influant ainsi sur la recharge de la nappe phréatique et améliorera l'évapotranspiration des végétaux à l'origine des îlots de fraîcheur.

Passer du réseau d'eau pluvial à l'infiltration de l'eau de pluie au plus près de sa chute

Les SfN sont une alternative au réseau de collecte des eaux pluviales en milieu urbain. Ces réseaux posent des problèmes d'écoulement en entrée d'ouvrage en cas de fortes pluies, ainsi que des problèmes d'entretien pouvant amener à une diminution de la capacité d'écoulement de l'eau. Cela participe à la saturation du réseau et à l'activation des déversoirs d'orage qui conduisent généralement à rejeter l'eau de pluie, non traitée, dans le cours d'eau le plus proche, augmentant ainsi le risque d'inondation en aval. La mise à ciel ouvert de ces chemins d'eau permet de réduire cet effet d'engorgement, et permet aux riverains de réaliser qu'ils habitent près d'un ancien axe naturel d'écoulement des eaux de pluie. Ainsi il est possible d'*aménager des chemins végétalisés pour l'eau tels que des fossés ou des noues*, afin de ralentir l'écoulement et d'évacuer l'eau tout en la faisant percoler vers la nappe phréatique. En fonction des plantations réalisées, il peut y avoir un apport pour la biodiversité (faune, flore, à condition qu'il s'agisse d'essences végétales locales). Ces réseaux d'eau participent aussi à limiter les îlots de chaleur urbains, soit parce qu'ils sont en eau, soit parce que la végétation hygrophile qui s'y trouve stocke l'eau et peut limiter l'effet de chaleur, soit grâce au phénomène d'évapotranspiration des plantes. Au vu des conséquences d'un dysfonctionnement des réseaux d'eau pluviale lors d'un évènement violent (plus fréquent sous l'effet conjugué du changement climatique et de l'imperméabilisation des sols), le choix d'une infiltration des eaux au plus près de son lieu de chute devient une solution de plus en plus étudiée et privilégiée. Elle repose sur le fonctionnement naturel des sols et de la végétation implantée dessus.

Créer des jardins de pluie

Un jardin de pluie est un aménagement de *stockage temporaire permettant de récolter l'eau de pluie et de la faire s'infiltrer dans le sol*. Il se présente généralement comme une dépression dans la topographie ou en exutoire (à la fin d'une gouttière par exemple) permettant de recueillir l'eau excédentaire. Certains jardins de pluie permettent d'épurer l'eau, on parle alors de lagunage naturel. L'apport à la biodiversité se fait par le choix des plantes que l'on y fait pousser et par un sol plus aéré donc favorisant la vie souterraine.

13 - Y. Wang, B. Zhang, Interception of Subsurface Lateral Flow Through Enhanced Vertical Preferential Flow in an Agroforestry System Observed Using Dye-Tracing and Rainfall Simulation Experiments, Advances in Agronomy, 2017.
14 - Natureparif, Face aux inondations et pluies torrentielles, les solutions fondées sur la nature !, 2016.

LES AMÉNAGEMENTS D'HYDRAULIQUE DOUCE SUR LA NONETTE POUR LUTTER CONTRE LE RUISSELLEMENT ET L'ÉROSION DES SOLS (OISE ET SEINE-ET-MARNE)

Porteur du projet : Syndicat Interdépartemental du SAGE de la Nonette (SISN)

Financeurs et budget : environ 100 000 € de travaux par an (80% l'Agence de l'eau, 20% SISN)

Calendrier : 2019-2026

Lauréat Trophées Life ARTISAN 2024 « SfN et risques liés à l'eau »

Le bassin versant de la Nonette, situé dans l'Oise et la Seine-et-Marne, est sujet à des phénomènes de ruissellement, d'inondation par débordement, de coulées de boue qui dégradent la qualité de l'eau en apportant des polluants agricoles, et d'érosion des sols, exacerbés par le changement climatique.

En réponse, le SISN propose aux agriculteurs de leur installer des aménagements d'hydraulique douce sur leurs parcelles. Situés sur les axes de ruissellement à risque, des aménagements tels que les bandes enherbées, les fascines, les noues, les fossés, les haies, les mares tampons et les prairies inondables permettent de diminuer les eaux de ruissellement en les infiltrant dans le sol. En outre, ils contribuent à recharger les nappes phréatiques et constituent des abris pour la faune.

Sur la base d'un diagnostic territorial et de modélisations des phénomènes de ruissellement et d'érosion des sols, des aménagements pilotes ont été testés sur des terres agricoles dans la commune de Raray. L'objectif de ce site pilote était de convaincre agriculteurs et visiteurs de l'efficacité de tels travaux. Leur efficacité a été confirmée lors de pluies intenses en 2021, conduisant au lancement d'une période de concertation avec les différentes parties concernées, et à un plan d'action pluriannuel de déploiement des aménagements d'hydrauliques douces sur le territoire en 2022. Chaque année, 100 000 € sont investis dans ces travaux, financés par l'Agence de l'eau (80 %) et le SISN (20 %), sans coût pour les agriculteurs, grâce à des conventions entre les parties concernées.

Depuis le début du projet, 7 km de haies, 500 m de linéaires fascines, 1,7 km de noues et 3 000 m² de bandes enherbées ont été implantés, permettant de traiter 10 % des ruissellements agricoles en hydraulique douce et créant des corridors écologiques entre les massifs forestiers. Le dialogue avec les acteurs locaux et la concertation ont été essentiels à ce succès : la concertation a permis de saisir toutes les contraintes liées à chacune des parcelles. Les aménagements ont été disposés en prenant en compte les retours des agriculteurs et propriétaires et leur pratique. Un animateur est présent constamment sur le territoire pour échanger avec les agriculteurs.

Un nouveau plan d'action est à l'étude pour un autre bassin versant, avec une mise en œuvre prévue entre 2026 et 2030.

Pour en savoir plus :

https://www.syndicat-sage-nonette.fr/

Fascine et panneau de communication. © SISN

ÉCOQUARTIER DES PORTES DU VERCORS (GRENOBLE, ISÈRE)

Porteur du projet : Grenoble-Alpes Métropole avec les communes de Fontaine et Sassenage.

Montant des travaux : 60 millions d'€ HT (dont 27 millions d'€ HT de la Métropole)

Calendrier : 2011-2033

Lauréat Grand prix d'aménagement "Comment mieux bâtir en terrains inondables constructibles" en 2016 (Repère d'or)

Les Portes du Vercors est un projet de renouvellement urbain de 100 ha, situé sur les communes de Fontaine et Sassenage, au pied du massif du Vercors et en rive gauche du Drac. Il vise à créer un éco-territoire mixte intégrant 950 logements, des commerces, des espaces de loisirs et des espaces verts. Il s'inscrit dans la stratégie de résilience de la métropole de Grenoble, visant notamment à prévenir les risques d'inondation par débordement du Drac ou de la Petite Saône, et par rupture de digues. Il répond également au risque de ruissellement trentennal, cherche à réduire l'effet d'îlot de chaleur urbain, à redéfinir le paysage du quartier, à améliorer la qualité des espaces urbains en favorisant les déplacements multimodaux et à promouvoir la biodiversité. Le projet se maille à d'autres initiatives sur le territoire, telles que la trame verte et bleue « Mikado ».

En 2011, la métropole de Grenoble a initié les démarches de création d'une Zone d'Aménagement Concerté (ZAC) puis a collaboré avec l'État pour renforcer le PPRI et le PLUi. Des modélisations hydrauliques et des réflexions sur le projet ont suivi. Dès 2013, une concertation citoyenne a permis de définir les scénarios et aménagements, et une campagne de communication a été lancée en 2017. Les travaux ont débuté en 2023 et sont toujours en cours. Ils incluent la remise à ciel ouvert d'une partie enterrée du ruisseau la Petite Saône, la création d'une noue pour le délester en amont vers la grande Saône, le recalibrage du ruisseau des Sables et la désimperméabilisation de près de 2 ha de parkings et de friches.

Cette désimperméabilisation permettra la création du Parc des Convergences, articulée au projet « Mikado » et à l'étang de l'Ovalie, qui servira de bassin de rétention pour les eaux pluviales et de ruissellement. Ce Parc accueillera un sous-sol fertile, des espaces jardinés et arborés aux essences végétales variées, favorisant la faune et la flore, tout en reconstituant un paysage urbain agricole et forestier, imprégné de l'histoire du site. Les aménagements hydrauliques prévus permettront d'améliorer la qualité physique du milieu et de soutenir la trame verte du futur quartier. Ils favoriseront le développement de la biodiversité grâce à des courants variés, des sous-berges, frayères, herbiers et blocs avec caches. Des ripisylves seront aménagées, des barrages supprimés, des passes à poissons installées et des banquettes végétalisées créées. Des strates herbacées et arbustives seront disposées sur les berges pour offrir des habitats à des espèces animales peu exigeantes, comme le lézard des murailles, le merle noir ou le moineau domestique.

Pour en savoir plus :

https://metropoleparticipative.fr/35-les-portes-du-vercors.htm

Le futur quartier des Portes du Vercors. © Grenoble Alpes Métropole.

ATTENTION

Toutes les eaux de pluie ne peuvent pas être infiltrées, en raison des matières polluantes qu'elles peuvent parfois transporter. Il est important de tester localement la teneur en polluants des eaux de pluie avant de prévoir un dispositif de stockage et d'infiltration. Le stockage est alors temporaire, dans un bassin « tampon » de décantation qui renvoie aussi vers des espaces végétalisés permettant une filtration et un traitement des polluants par des plantations et un sol adaptés.

Ralentir l'écoulement

Végétaliser, restaurer et planter des haies

L'objectif est de limiter l'érosion en fixant le sol et en retenant les sédiments pour prévenir les coulées de boues et ralentir l'écoulement des eaux de ruissellement. Plusieurs techniques permettent d'y répondre, notamment la *mise en place de bandes enherbées ou de haies*, l'installation de *fascines végétales* ou encore le fait de *laisser les rémanents de l'agroforesterie au sol* (restes de branches ou de troncs, arbres morts qui favorisent la création d'un humus riche et la prolifération des insectes). Ces techniques, intégrées à une réflexion à l'échelle du bassin versant, sont aussi appelées "mesures naturelles de rétention d'eau (MNRE)". L'apport pour la biodiversité dépendra des essences d'arbustes choisies, qui pourront notamment attirer insectes et oiseaux. Ces actions participeront aussi à l'amélioration de la qualité des eaux du milieu récepteur (cours d'eau en aval) en réduisant l'arrivée de sédiments : une action bénéfique pour l'ensemble de la faune aquatique.

Même si ces solutions s'avèrent efficaces pour limiter les phénomènes de coulées d'eaux boueuses et retenir les sédiments, elles ont souvent, à dire d'experts, un impact faible sur les phénomènes extrêmes d'inondation par ruissellement.

STOCKER L'EAU

Le stockage temporaire des eaux de ruissellement est également une solution qui permet de prévenir les inondations. L'eau stockée sera ensuite évacuée par évaporation, par infiltration dans le sol ou par les systèmes d'évacuation des eaux pluviales une fois l'évènement climatique terminé. Ainsi, toute l'eau stockée permet de retarder son arrivée au niveau des systèmes d'évacuation des eaux pluviales, réduisant donc leur risque de saturation et leur débordement. Cependant, lorsque la capacité maximale de stockage est atteinte, le système ne présente plus d'intérêt pour lutter contre le ruissellement. Parmi toutes les solutions envisageables, nombreuses sont celles qui ne peuvent pas être qualifiées de SfN, en raison de leur caractère non végétalisé (chaussées réservoirs, tranchées drainantes, etc.).

Créer des zones de stockage "sèches"

Lors de fortes pluies, si la quantité d'eau de ruissellement est trop importante, elle peut être stockée dans différents types d'ouvrages dont certains peuvent favoriser le développement de la biodiversité en se présentant sous la forme de *parcs ou terrains végétalisés généralement secs avec une topologie permettant la formation de plans d'eau temporaires en cas de pluies.* Cependant, ce dernier étant dimensionné pour une pluie donnée (dite pluie de référence), il peut se révéler inefficace en cas de pluies trop importantes. Dans une optique d'adaptation au changement climatique, il est nécessaire de s'interroger sur la capacité d'un tel aménagement à contenir des volumes d'eau plus importants.

Créer des zones de stockage "humides"

Des espaces contenant de l'eau de façon permanente, que ce soit en zone rurale ou en zone urbaine (zones humides, étendues d'eau, plans d'eau, étangs, etc.) *peuvent servir de réservoirs d'eau,* à condition de ne pas être "pleins" au moment d'un phénomène d'inondation. Ils ont vocation à stocker les eaux de ruissellement et favoriser leur absorption dans le sol. La biodiversité qui peut se développer dans ces espaces est généralement variée avec des espèces caractéristiques des milieux humides notamment. Ces zones de stockage "humides" permettent aussi de rafraîchir l'air ambiant et de lutter contre les îlots de chaleur en milieu urbain.

LA POLITIQUE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES ET DE RUISSELLEMENT DU GRAND LYON : LES ARBRES DE PLUIE (RHÔNE)

Porteur du projet : Métropole du Grand Lyon

Financeurs et budget : 494 580 € (dont 296 748 € d'aide du programme Life ARTISAN). 50% de contributions de l'Agence de l'eau pour les coûts de travaux d'aménagement des arbres de pluie (entre 4 400 à 5 000 € HT par fosse d'arbre aménagée)

Calendrier : 2020-2024

Site pilote Life ARTISAN

Entre 2005 et 2015, plus de 10 000 ha ont été artificialisés dans l'aire métropolitaine lyonnaise, aggravant le ruissellement et la saturation voire le refoulement des réseaux d'assainissement unitaires. En réponse, la métropole a renforcé la gestion des eaux pluviales avec des outils réglementaires (PLUH, règlement d'assainissement, SAGE) et lancé en 2014 la stratégie « Ville perméable ». L'objectif : désimperméabiliser 500 ha d'ici 2026, dont 100 ha sur le mandat 2014-2020 et 400 ha sur le mandat 2020-2026, pour favoriser l'infiltration des eaux pluviales dans les sols. Une politique de déconnexion des eaux pluviales des réseaux a aussi été engagée. Le projet "arbres de pluie", initié en 2020, est au cœur de cette stratégie : il prévoit la transformation de 30 pieds d'arbres existants dans le cadre du programme Life ARTISAN, et de 2 400 arbres via le Plan Nature. L'élargissement des fosses d'arbres et l'ajout de plantations permettent à chaque arbre de pluie d'infiltrer les eaux de ruissellement sur une surface de 100 à 150 m². L'eau, auparavant évacuée par un caniveau, est désormais infiltrée via une tranchée qui alimente la fosse de l'arbre et la végétation. En outre, ces transformations ont des effets bénéfiques sur la biodiversité, réduisent la pollution des milieux aquatiques et créent des îlots de fraîcheur.

Le projet implique les habitants, notamment via le comité de quartier qui a contribué au choix des plantations, et des écoles ont participé aux plantations. C'est un défi humain, face au nombre élevé d'interlocuteurs pour la mise en place et l'entretien des arbres (voirie, nettoyage, espaces verts). En outre, l'initiation de projets SfN nouveaux s'est avérée difficile dans les dialogues avec certains services de l'État. L'accompagnement du programme Life ARTISAN a été précieux pour surmonter ces obstacles et généraliser cette initiative.

Arbres de pluie rue Vauban (Lyon 6).
© Métropole du Grand Lyon.

À Lyon, 69 arbres ont déjà été transformés, dont 5 rue Vauban. Les suivis montrent une infiltration complète des pluies de faible à moyenne intensité, correspondant à des périodes de retour de 1 à 5 ans, avec une capacité d'infiltration de 24 mm par jour en hiver et jusqu'à 40 mm en été. Les arbres affichent une croissance doublée et une meilleure résistance aux sécheresses. Les suivis écologiques ont révélé un développement accru de la faune pollinisatrice et des oiseaux grâce aux espèces plantées autour des arbres.

Pour en savoir plus :

https://www.ofb.gouv.fr/sites/default/files/2022-12/livret_arbre_de_pluie_web.pdf

ATTENTION

Attention toutefois à ne pas créer de simples bassins de rétention végétalisés.

Nombreux sont les bassins de rétention à ciel ouvert qui se présentent sous la forme de "cuvettes" consistant à stocker l'eau de pluie en cas d'orages. Certains peuvent être végétalisés, mais généralement ils ne s'appuient pas sur les écosystèmes et ne représentent donc aucun bénéfice pour la biodiversité. Ils ne peuvent donc pas être qualifiés de SfN. Pour résumer, végétaliser un bassin de rétention ne suffit pas pour être qualifié de SfN !

À NOTER

Les toitures végétalisées : une solution pour gérer les ruissellements qui ne répond pas toujours aux SfN

Les toitures et murs végétalisés permettent non seulement d'absorber une partie de l'eau de pluie en la stockant dans le substrat des plantes mais favorisent également l'évapotranspiration. Elles soulèvent néanmoins des questions techniques et architecturales (poids différents d'un toit classique, toits nécessairement horizontaux, étanchéité du bâtiment et écoulement de l'eau différents d'un toit incliné traditionnel, etc.). L'efficacité en matière de rétention des eaux de pluie dépend de l'épaisseur du substrat (25 cm minimum) et de sa composition (proche d'un sol naturel)[15]. Cependant, ces toitures ne permettent d'absorber qu'une partie de l'eau de pluie. A contrario, elles procurent d'autres avantages tels que la lutte contre les îlots de chaleur urbains, ce qui permet donc de limiter l'utilisation de la climatisation. La végétalisation des bâtiments et des toitures favorise aussi la biodiversité en servant de refuge pour des petits animaux lors des périodes de nidification ou de gel, et peut aider les insectes et notamment les pollinisateurs, selon le choix des plantes. Sur un autre plan, la végétation sur les façades améliore l'isolation acoustique. Cependant il reste à noter que ces actions nécessitent un entretien (environ 2 visites techniques par an) comprenant une action de désherbage et la vérification du bon état du mur végétalisé (taille des grimpantes, vérification des ancrages des supports). Le choix des plantes et la manière de les planter doivent être étudiés avant toute action.

Pour ces raisons, l'appellation de SfN pour ces actions n'est pas automatique. Cela va dépendre de comment est conduite cette végétalisation, et notamment si cette végétalisation rentre dans un contexte de revégétalisation du territoire ou si la finalité est d'avoir un point vert dans une mer de gris.

15 - Le lit mineur est l'espace occupé en permanence par une rivière. À distinguer du lit d'étiage, qui correspond aux plus basses eaux et du lit majeur, qui est l'espace occupé temporairement par les rivières lors du débordement des eaux en période de crues (source : Georisques.gouv.fr).

LES ACTIONS QUI PERMETTENT DE RÉDUIRE LES RISQUES LIÉS AUX DÉBORDEMENTS DE COURS D'EAU

En milieu rural ou urbain, principalement dans les années 1960 - 1970, des travaux ont conduit à modifier les cours d'eau principalement de deux manières : un cours d'eau sinueux a été modifié en un canal rectiligne en fond de vallée, ce canal a été élargi pour retenir davantage d'eau et réduire les premiers débordements. Cela a conduit à artificier la nature et le fonctionnement des cours d'eau. Des travaux pour revenir à une rivière proche du fonctionnement initial reviennent à mettre en œuvre une SfN.

AMÉLIORER L'ÉCOULEMENT NATUREL AMONT-AVAL DES COURS D'EAU

L'artificialisation des cours d'eau a un effet négatif sur l'écoulement d'une rivière et sur le développement de la biodiversité le long des berges. D'une part, la canalisation ou l'endiguement d'une rivière a tendance à accélérer les écoulements en cas de crue. D'autre part, cela limite les variations de température de l'eau, diminuant ainsi la diversité des habitats disponibles pour la faune et la flore. Par ailleurs, canaliser une rivière dégrade le fonctionnement naturel de celle-ci, avec pour conséquence de parfois creuser davantage son lit, ou au contraire d'accumuler des sédiments, ce qui aggrave l'aléa en cas de crue. Les nombreux ouvrages présents dans les rivières (seuils, barrages, retenues) créent également des obstacles à la circulation des espèces piscicoles. L'objectif des solutions présentées ci-après est donc de "désartificialiser" le cours d'eau en réduisant la présence des ouvrages faisant obstacle à l'écoulement de la rivière et à rétablir son fonctionnement naturel.

Remettre à ciel ouvert les cours d'eau en milieu urbain

Dans les secteurs fortement urbanisés, les cours d'eau peuvent passer dans des tuyaux sous des voiries ou même sous des parties urbanisées : ils sont alors « busés », canalisés et enterrés. En cas de crue, ils débordent en raison de la capacité insuffisante du réseau à contenir les débits du cours d'eau. *En leur redonnant plus d'espace,* la mise à ciel ouvert des cours d'eau permet ainsi de réduire cet effet d'engorgement et les débordements potentiels. Elle rend aussi possibles l'évaporation et l'infiltration d'une partie de l'eau. Ces actions peuvent être menées dans le cadre d'un projet SfN. Le caractère SfN du projet dépend, comme explicité plus haut, de la manière dont est construit le projet, ainsi que son effet sur la biodiversité.

Abaisser ou supprimer les ouvrages transversaux

Plusieurs ouvrages peuvent perturber l'écoulement naturel de la rivière. Il s'agit généralement de seuils, barrages, murets, gués artificiels ou de tout ouvrage transversal au cours d'eau qui barrent le lit mineur[16], au maximum jusqu'à son niveau de pleins bords. Construits par l'homme dans la majorité des cas, ils ont de forts impacts sur la biodiversité et sur les milieux environnants en perturbant l'écoulement, la continuité écologique (faune piscicole, flore) et la circulation des solides (sédiments, branches, etc...). Un seuil avec vanne ou autre ouvrage de régulation peut également s'avérer dangereux en cas de crue (rupture possible avec un effet de vague). Abaisser sa hauteur, voire supprimer l'ouvrage permet de restaurer ces circulations au sein du cours d'eau et de limiter les risques liés à une rupture en cas de crue. Une telle intervention n'est pas en soi une SfN, mais participe à ce qu'un projet plus large dans lequel elle s'inscrit soit une SfN.

Toute intervention sur un ouvrage nécessite d'être vigilant aux conséquences hydrauliques sur l'amont et l'aval du cours d'eau, y compris sur la biodiversité.

Reméandrer la rivière

Le reméandrage d'un cours d'eau est le fait d'en *augmenter la sinuosité.* C'est un principe surtout intéressant quand le cours d'eau a été canalisé (généralement en ligne droite). D'un point de vue de l'aléa, cela permet de ralentir l'écoulement dynamique, c'est-à-dire de faire circuler l'eau plus doucement et donc de dissiper une partie de son énergie cinétique. En supprimant les systèmes de canalisation rectilignes des cours d'eau et en remettant le plus souvent la rivière dans son

16 - Institut Paris Région (2021), "Les toitures végétalisées : une évaluation des bénéfices écologiques en Ile-de-France", Note rapide n°890. https://www.institutparisregion.fr/nos-travaux/publications/les-toitures-vegetalisees-une-evaluation-des-benefices-ecologiques-en-ile-de-france/

lit historique ou naturel, l'écoulement se fait de manière plus naturelle. La biodiversité (poissons, amphibiens, oiseaux, etc.) s'y développe mieux et la qualité de l'eau s'améliore. Le ralentissement et la sinuosité peuvent aussi favoriser la relation avec la nappe phréatique qui accompagne le cours d'eau, ainsi que le paysage en bord de rivière.

DÉLOCALISATION D'UN QUARTIER EN AVAL D'UN DÉVERSOIR (BLOIS, LOIR-ET-CHER)

La Bouillie, quartier s'étendant sur Blois, Vineuil et Saint-Gervais-La-Forêt, s'est urbanisé en aval immédiat du « déchargeoir » détournant la Loire vers son val naturel et son affluent le Cosson, lors des crues supérieures à 50 ans, pour protéger le pont Gabriel, la vieille ville et le quartier endigué de Vienne. Malgré son inondation torrentielle en 1825, 1846, 1856, 1866, 1874 et 1907, le quartier s'est urbanisé après la Seconde Guerre mondiale, accueillant 150 maisons, 400 habitants, et diverses infrastructures. Ces constructions obstruent 80 % du passage de l'eau, augmentant le risque de brèches dans les digues protégeant les 4.500 habitants du quartier Vienne. La crue du Cosson en juin 2016 a aussi inondé la Bouillie.

Le Plan Loire a identifié dès 2003 le défi sociétal de relocaliser le quartier en gardant une qualité de vie, via une procédure Zone d'Aménagement Différée (ZAD). La désurbanisation s'étendra sur 14 ans, sous maîtrise d'ouvrage d'Agglopolys et financement de l'État. La collectivité a d'abord fait usage de son droit de préemption, puis a favorisé l'acquisition amiable des biens, au prix du marché majoré de 5 %, tout en évitant les expropriations. Les habitants ont été accompagnés individuellement, écrivant l'histoire du quartier et son avenir « autre part ». Une consultation citoyenne en 2021 a renforcé l'adhésion des habitants, recueillant plus de 1 400 réponses et mobilisant associations et professionnels lors d'ateliers. Malgré des réticences, notamment des habitants âgés et modestes, les solutions financières ont permis de relocaliser de nombreux résidents. Agglopolys a déjà acquis 136 biens et une cinquantaine de terrains et poursuit les négociations pour accompagner les gens du voyage sédentarisés là.

Le volet SfN repose, depuis 2020, sur un parc agricole naturel urbain (PANU) de 350 hectares inscrit au PLUI (2018-2022). Préservant les espaces naturels et la biodiversité, il intègre des usages agricoles, récréatifs et pédagogiques, en cohérence avec le Projet de Territoire d'Agglopolys 2015-2025. L'aménagement, lancé en 2023, combine gestion des eaux pluviales, sensibilisation au risque d'inondation par mise en valeur des tracés historiques de l'eau et amélioration des cheminements pour piétons et cyclistes.

REVITALISATION ET ESPACES DE BON FONCTIONNEMENT DES COURS D'EAU SUR LE TERRITOIRE VISTRE-VISTRENQUE (GARD)

Porteur du projet : EPTB Vistre Vistrenque

Budget : 1,3 M€ pour les sites pilotes en 2004, 262 000 € HT au Canabou en 2014, 4,7 M€ pour le Vistre aval Nîmes en 2016, 3 M€ Vistre entre Caissargues et Nîmes en 2023

Financeurs : Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse, EPTB Vistre Vistrenque, Région, Syndicat mixte du bassin versant du Vistre, Syndicat Mixte Départemental, Ville de Marguerittes, Nîmes Métropole, OC'Via

Calendrier : 2004 ; 2014 ; 2016 ; 2023

Le territoire Vistre Vistrenque, couvrant 790 km² autour de Nîmes, concentre la moitié de la population du Gard et subit une forte pression foncière. Après la Seconde Guerre mondiale, les plaines marécageuses ont été transformées en terres agricoles par un réseau de fossés et les cours d'eau ont été canalisés et endigués par endroit pour accélérer l'évacuation des crues générant des inondations fréquentes en raison de la faible pente et de la sinuosité du Vistre. Ces aménagements ont entraîné des crues rapides et violentes lors des épisodes cévenols, affectant gravement les zones habitées (car la moitié en zone inondable), infrastructures et activités. En parallèle, les rejets domestiques, industriels et agricoles ont fortement pollué le Vistre, qualifié d'« égout à ciel ouvert en période de basses eaux. Le Vistre, devenu pollué, dangereux et invisible, a progressivement disparu de la mémoire collective. Le syndicat mixte du bassin versant du Vistre est créé en 1998 (devenu EPTB Vistre Vistrenque en 2020) pour mettre en œuvre un schéma de restauration du bassin versant, afin de réduire les vitesses d'écoulement, améliorer la qualité de l'eau et restaurer la biodiversité. Depuis les premiers travaux sur trois sites pilotes en 2003-2004, et dans le cadre d'un schéma de revitalisation porté par le syndicat, plus de 12 km de cours d'eau ont été revitalisés : le lit canalisé est comblé et un nouveau lit, sinueux, aux berges à pentes douces et végétalisées, est créé. L'EPTB a défini les espaces de bon fonctionnement (EBF) des cours d'eau à destination des documents de planification, répondant ainsi à l'un des objectifs fixés par le SAGE Vistre, Nappes Vistrenque et Costières qu'il porte. L'EBF est d'ailleurs repris par le SCoT Sud Gard mis en œuvre. La végétation reprend progressivement ses droits : peupliers et saules colonisent les rives, les frênes s'établissent dans le lit majeur, tandis que des castors se sont installés naturellement, comme sur le site de Bouillargues. Des expérimentations, comme l'usage du génie végétal pour stabiliser les berges, ont montré leurs limites, notamment en raison de la faible énergie du cours d'eau. L'approche actuelle privilégie la création de nouveaux lits sinueux, combinée à une gestion autonome par la nature. En effet, sur 2 sites pilotes (le Buffalon et le Vistre à la Bastide), le manque de foncier a contraint à modifier le lit existant, mais les cours d'eau reprennent le tracé rectiligne des aménagements précédents, ce qui a confirmé la nécessité de nouveaux tracés pour les projets ultérieurs. Bien que la qualité de l'eau demeure mauvaise à cause des rejets persistants et de la pression démographique, et que le coût des opérations de terrassement et d'acquisition foncière reste élevé, les résultats sont prometteurs : ralentissement des crues, absence de désordres chez les riverains (érosions, ravines, dépôts de déchets) et réappropriation du cours d'eau par les habitants, notamment pour les loisirs.

Pour en savoir plus :

https://vistre-vistrenque.fr/revitalisation/pourquoi-revitaliser-nos-rivieres/la-revitalisation-quesaco/

Le Vistre à Milhaud depuis 2015.
© EPTB Vistre Vistrenque

Restaurer le lit mineur

Cette action consiste à retirer les bourrelets de terre provenant généralement du curage de la rivière et déposés souvent, par souci d'économie, le long des berges ce qui contribue à endiguer le lit mineur et à propager plus rapidement les petites crues vers l'aval, où elles débordent plus fréquemment. *L'écoulement peut ainsi se faire sur un espace plus important.* Le cours d'eau peut réinvestir d'anciens bras morts ou créer des méandres naturellement ("en tresses" par exemple), ce qui favorise le ralentissement dynamique et étale le pic de crue. Cette action a un impact positif sur la biodiversité : les vitesses d'écoulement et les températures de l'eau variant au sein des tronçons de rivière apportent une diversification des habitats. Les berges sont moins abruptes, permettant ainsi de développer une biodiversité faunistique et floristique plus riche (batraciens, oiseaux, insectes, poissons, etc.).

Créer des banquettes végétalisées

Combinée avec l'aménagement des berges en pente douce et avec le reméandrage d'un cours d'eau, la création de banquettes végétalisées dans le lit permet de *diversifier les écoulements pour éviter l'envasement* en période de sécheresse. Ces banquettes qui accompagnent un lit mineur relativement peu profond alternent généralement avec des secteurs où le lit mineur est plus profond, ce qui diversifie les habitats pour la flore et la faune. Les banquettes végétalisées sont propices au développement d'une flore adaptée (iris, carex, joncs...) qui stabilisera les berges et accueillera de nombreuses espèces (libellules, grenouilles, ...).

DONNER PLUS D'ESPACE AU COURS D'EAU

L'objectif est de laisser le cours d'eau circuler plus librement de son lit mineur à son lit majeur en cas de crues.

Créer ou restaurer des bras secondaires, réouvrir des bras morts

Le principe est de gagner de l'espace de liberté pour le cours d'eau et de *ralentir l'écoulement* en faisant circuler l'eau dans des lits secondaires de la rivière appelés "bras". Il s'agit le plus souvent de restaurer des cheminements anciens de la rivière, connus dans les archives ou des habitants au moment des crues. Ce type d'action présente un gain pour la biodiversité à condition que les bras créés ou restaurés ne soient pas canalisés.

Créer ou restaurer une zone d'expansion de crue

Les zones d'expansion de crue sont *des espaces connectés au cours d'eau permettant le stockage très temporaire de l'eau en cas de crue.* L'eau peut ensuite s'infiltrer ou retourner dans le cours d'eau au moment de la décrue. La réduction de l'aléa dépendra de la capacité de stockage de ces espaces. Les zones d'expansion de crue sont naturellement présentes sur le territoire, mais ont parfois été déconnectées du cours d'eau (endiguements) ou remblayées pour s'affranchir de leur caractère humide.

Il peut être décidé de les reconnecter aux cours d'eau en abaissant les niveaux des systèmes d'endiguement ou des merlons présents en haut des berges et résultant de curages successifs, voire en les arasant. L'action consiste non seulement à supprimer ce qui empêchait l'écoulement de l'eau vers cet espace, mais aussi à réhabiliter cette zone. L'apport pour la nature est donc la récupération de son espace de divagation et donc d'un fonctionnement hydraulique naturel.

Une collectivité peut également décider de créer une zone d'expansion des crues (ZEC) sur un secteur qu'elle aura défini de façon préférentielle. Ces ZEC favorisent le développement de la biodiversité si l'intervention anthropique sur le secteur est limitée.

Créer ou restaurer une zone ou un milieu humide[17]

Une zone humide se caractérise par des "terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire, ou dont la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année" (art. L211-1 du Code de l'environnement).

17 - Au regard de leur intérêt, en particulier en matière de gestion des petites crues, le 4° plan national des milieux humides 2022-2026 prévoit de doubler les 110.000 ha des milieux humides sous protection forte en métropole d'ici 2030 et de renforcer l'inscription de ces milieux dans l'ensemble des aires protégées en métropole et en outre-mer, d'en restaurer 50.000 ha existants, d'accompagner aussi les acteurs pour réduire les impacts négatifs (en particulier le drainage inapproprié) et de favoriser des pratiques agricoles, piscicoles et forestières adaptées à ces milieux. Tout ceci se fera en recourant à des SfN.

LA RESTAURATION DU SAINT-RUPH-GLIÈRE-EAU-MORTE PAR LA COMMUNAUTÉ DE COMMUNES DES SOURCES DU LAC D'ANNECY (HAUTE-SAVOIE)

Porteur du projet : Communauté de communes des sources du lac d'Annecy

Financeurs et budget : 2 851 853 € (FEDER 13%, Agence de l'eau 42%, Conseil départemental 25%, Commune de Faverges Seythenex 5%, CC des Sources du Lac d'Annecy 15%

Calendrier : 2015-2026

La Communauté de communes des Sources du Lac d'Annecy conduit un projet ambitieux de restauration de rivières sur les bassins du Fier et du lac d'Annecy depuis 2015. Ce projet vise à réduire les risques d'inondation avec transports solides, comme c'est le cas de la rivière Saint-Ruph-Glière-Eau-Morte lors de crues torrentielles, et à améliorer la qualité des milieux, notamment le marais de Giez.

Dès 2008, plusieurs aménagements ont été envisagés :

- Restaurer le fonctionnement de la plaine alluviale de Mercier.
- Reconnecter le Marais de Giez à la rivière pendant les périodes de crue.
- Restaurer les continuités écologiques dans la traversée de Faverges (effacement de seuil, mobilisation de l'espace fonctionnel, abaissement du lit de 70 cm et confortement des pieds de berges).
- Réduire les apports exceptionnels en matériaux provenant du bassin amont, par la restauration du fonctionnement de plusieurs espaces alluviaux.

Les travaux réalisés à Faverges permettent de réduire le risque d'inondation pour un aléa centennal. Dans la plaine de Mercier, l'aménagement en tresse répartit l'onde de crue et freine l'eau. Le marais de Giez, connecté à la rivière, joue un rôle tampon en cas de crue, comme en 2018, où il a protégé les terres agricoles, tandis que les aménagements réalisés en 2023-2024 ont préservé plusieurs habitations supplémentaires. La modélisation hydraulique de 2018 confirme l'efficacité des aménagements pour prévenir les inondations en amont du marais, et permet de dimensionner les travaux devant intervenir dans les phases suivantes. La continuité écologique a été rétablie entre le lac d'Annecy et la source de la rivière qui a elle-même été reconnectée à une forêt alluviale dans la plaine de Mercier et la plaine des Buissons, favorisant le développement de frênes et d'aulnes. La forme en tresse du cours d'eau permet également de recréer des habitats divers pour les espèces végétales et animales. Des suivis sont réalisés, avec l'intervention du Conservatoire d'espaces naturels de Haute-Savoie, sur l'évolution de la végétation aux abords des mares, le suivi des amphibiens, reptiles et poissons. La mise en œuvre du projet a été freinée par plusieurs facteurs, notamment les délais liés aux études et au temps requis pour que les élus s'approprient les différentes dimensions du dossier avant sa validation (2005-2008). Une fois convaincus, les élus se sont fortement mobilisés et ont porté ce programme de travaux ambitieux, contribuant à son succès. L'adhésion des riverains a également été renforcée grâce au dialogue territorial instauré par la collectivité après la crue de 2015.

La biodiversité se développant dans les milieux humides est riche et cet écosystème remplit de multiples fonctions et services : stockage de l'eau en cas de crue et lutte contre la sécheresse, phyto-épuration par les végétaux, stockage du carbone, etc.

Les milieux humides jouent un rôle de réservoir d'eau, d'expansion des crues et sont généralement présents dans les lits majeurs en relation avec la nappe phréatique qui accompagne la rivière, mais aussi sur l'ensemble du bassin versant d'un cours d'eau, tout particulièrement dans les secteurs de source en pied de versant.

Restaurer les ripisylves et les forêts alluviales

Aussi appelée forêt inondable, la forêt alluviale se développe à proximité des cours d'eau, en fond de vallée ou en lit majeur sur des terrains gorgés d'eau. Elle est strictement liée à la dynamique alluviale (nappe d'eau circulante proche de la surface, apport d'alluvions, régime de crue et d'étiage). Les racines retiennent les sédiments, stabilisent les sols, épurent l'eau et limitent l'érosion des berges du cours d'eau. Ces forêts permettent aussi un écrêtement des petites crues en favorisant leur infiltration et leur expansion et en ralentissant le flux d'eau. Les forêts alluviales génèrent une grande richesse faunistique et floristique et présentent une grande valeur patrimoniale. C'est pourquoi la gestion d'une forêt alluviale, à l'image de celle d'une zone humide, doit être faite avec précaution en laissant une grande part à sa libre évolution.

LA RESTAURATION D'UNE ZONE HUMIDE LE LONG DE LA BIÈVRE (YVELINES, ESSONNE)

Porteur du projet : Syndicat Intercommunal pour l'assainissement de la vallée de la Bièvre (SIAVB)

Financeurs et budget : inférieur à 20 000 €, financé intégralement par le SIAVB

Calendrier : 2015-2017

La Bièvre est un affluent de la Seine qui coule de Guyancourt à Paris, il est alimenté par plusieurs rus. L'hydrographie de son bassin est complexe et a été modifiée sous Louis XIV pour approvisionner en eau le château de Versailles grâce à un réseau de rigoles. Par ailleurs, sur les 18 km de la Bièvre et ses affluents, 15 bassins de stockage ont été installés, entravant le transfert des poissons et des sédiments, accentuant l'eutrophisation du cours d'eau et limitant sa capacité à prévenir les inondations. Une partie de ces cours d'eau est aujourd'hui enterrée. Après les inondations de 1973, 1978 et 1982, et en concertation avec l'ensemble des acteurs locaux, le SIAVB a initié un programme de travaux visant à reconstituer 5 ha d'espaces humides en vidangeant les plans d'eau existants, permettant l'expansion et la rétention d'eau en cas de crue. La suppression du mur de surverse de chaque ouvrage a suffi pour les vidanger à faible coût, laissant ensuite place à la nature. Un suivi du débit du cours d'eau en télégestion est assuré de manière continue. En moins d'un an, la faune et la flore se sont réinstallées, avec l'apparition notamment d'une communauté de vases fluviatiles, d'hélophyte, d'herbiers annuels des eaux courantes, de végétations nitrophiles des vases exondées, et d'espèces rares comme le mélilot élevé ou la libellule fauve. Ces aménagements ont augmenté de 30 % le volume de stockage d'eau, atteignant 100 000 m³, et ont atténué les crues en 2016 et 2018, épargnant le bassin de la Bièvre puis celui de la Seine. L'objectif est d'étendre ces actions sur tout le territoire en concertation avec les propriétaires privés pour augmenter les zones humides de la vallée.

Pour en savoir plus :

https://uicn.fr/wp-content/uploads/2020/01/SfNlight-ok.pdf

Renaturation de la Bièvre entre Igny et Bièvres (2019) © SIAVB.

Espaces de transition boisés entre cours d'eau et milieu terrestre, les ripisylves se rencontrent le long des berges des rivières. Cordons boisés, elles rendent de multiples services : protection contre le rayonnement solaire direct et donc contre l'élévation de la température, amélioration de la qualité de l'eau et lutte contre l'érosion des berges.

Les ripisylves accueillent une grande diversité d'espèces et d'habitats naturels. Elles forment des obstacles souples et plus ou moins perméables aux écoulements des crues et constituent des milieux tampons entre le cours d'eau et les activités humaines.

LES BONNES PRATIQUES EN MATIÈRE D'ENTRETIEN DES COURS D'EAU SONT-ELLES DES SfN ?

La végétalisation des berges permet leur stabilisation, limite leur érosion et aide au dépôt de sédiments en cas de crue. L'apport pour la biodiversité est direct : pour les plantes et arbres qui y poussent et qui servent d'habitat et de nourriture aux insectes et animaux. Cependant, pour réduire l'impact des inondations, il faut veiller à ce que la végétation, comme par exemple les embâcles (arbres morts entraînés par le courant, branchages laissés à proximité du cours d'eau, etc.), n'aggrave pas le risque. L'érosion, le courant ou encore les périodes de crues, favorisent le transport de divers matériaux, à la fois alluvionnaires comme des galets, des graviers ou du sable, mais aussi des végétaux. L'accumulation de ces matériaux dans certaines zones à enjeux peut être problématique. Il est donc nécessaire d'entretenir le lit en traitant ces embâcles, débris et atterrissements, qu'ils soient flottants ou non. Cela doit se faire d'une façon sélective et localisée, selon les territoires (urbain ou rural), à proximité d'une zone à enjeux ou non. En assurant la diversité des écoulements et des habitats, un entretien raisonné évite ainsi de dégrader l'état écologique du cours d'eau. À l'inverse, un entretien systématique risquerait d'entraîner une perte de la rugosité du cours d'eau et une déstabilisation des berges, augmentant alors l'importance des crues.

LES ACTIONS QUI PERMETTENT DE RÉDUIRE LES SUBMERSIONS MARINES

La submersion marine est un type d'inondation causée par l'envahissement temporaire de la zone côtière par la mer. Il peut s'agir :

- d'une *submersion par débordement* lorsque le niveau marin dépasse la cote du trait de côte ou des ouvrages de protection,
- d'une *submersion par rupture d'un ouvrage, d'un cordon dunaire ou de galets*, lorsque les terrains situés à l'arrière sont à une altitude inférieure au niveau atteint par la mer,
- d'une *submersion par franchissement de paquets de mer* lorsque les projections d'eau marine, générées par les vagues, dépassent la cote du terrain naturel ou des ouvrages.

Certaines zones, comme les estuaires et les deltas, peuvent être soumises à des inondations fluvio-maritimes. Ces phénomènes conjuguent à la fois les crues des fleuves et l'influence de la marée ou de la mer lors d'un épisode de tempête. Ils se distinguent donc des inondations fluviales et des submersions marines "pures", et se révèlent plus complexes.

La montée du niveau des mers et océans due au changement climatique ajoutée à l'augmentation possible du nombre d'évènements extrêmes et à la forte urbanisation des espaces côtiers, rend le risque lié aux submersions marines très important.

Pour prévenir les risques d'inondation par submersion marine, des actions peuvent être menées sur trois espaces différents :

- *agir sur l'espace terrestre* et contenir la submersion à l'aide de "remparts naturels",
- *agir sur l'estran* (zone de marnage) et le maritime en augmentant la rugosité des fonds marins peu profonds,
- *agir sur la zone intermédiaire* entre le maritime et le terrestre en laissant de l'espace à la mer.

CONTENIR LA SUBMERSION

Maintenir le cordon dunaire par des méthodes douces

Les cordons dunaires représentent de longues dunes de sable présentes sur diverses façades maritimes. Ils constituent une protection naturelle et abritent une biodiversité spécifique (oiseaux, lézards, plantes caractéristiques de ces milieux tel le chardon des dunes, etc.).

Le principe de fonctionnement est similaire à une digue : les cordons dunaires essaient de contenir les marées et l'assaut des vagues en cas de tempête et de submersion. Constitués d'éléments naturels par l'apport de sédiments et de sable par le vent, les courants marins et les marées, ils sont cependant plus vulnérables à l'érosion en cas de tempête, que des ouvrages de protection artificiels.

L'entretien par des méthodes douces consiste à *maintenir dans la mesure du possible le cordon en le protégeant contre l'érosion par des techniques qui recourent le plus possible aux écosystèmes présents.* Cela peut passer par l'utilisation de procédés naturels pour retenir le sable ou la végétalisation avec des plantes locales adaptées (telles que l'oyat qui retient le sable par leur partie aérienne ainsi que par leur réseau racinaire et le Liseron des dunes) et limiter par exemple l'érosion des dunes de sable due au vent ou aux vagues. La présence de ces plantes favorise également le développement d'un habitat favorable aux insectes et petits animaux qui s'y abritent et s'en nourrissent.

À moyen/long termes, dans un contexte de montée des eaux inéluctable, il convient de s'interroger sur la capacité de ces méthodes naturelles à maintenir, à elles seules, le niveau de protection attendu en recourant à une expertise pour s'en assurer, et sur la nécessité d'avoir recours à des solutions hybrides.

Créer et restaurer un cordon dunaire

La restauration d'un cordon dunaire intervient en cas de dégradation de celui-ci par l'homme (tourisme, urbanisation, présence d'autres ouvrages dans les environs modifiant les courants marins et l'apport de sédiments,...) ou par les éléments naturels (tempêtes, assaut des vagues, submersion). Ces actions peuvent aussi être réalisées en lieu et place d'ouvrages artificiels traditionnels (systèmes d'endiguements, épis, jetées, enrochements...), plus coûteux et sans apports pour les milieux littoraux. La technique de rechargement d'un cordon affaibli est efficace pour maintenir les différentes fonctionnalités des dunes. Elle nécessite toutefois une phase préalable importante d'études techniques, en particulier pour clairement identifier l'origine de l'érosion et s'assurer que la solution retenue saura en gérer les conséquences dans la durée. Il faut aussi remplir les instructions réglementaires.

Un rechargement peut aussi être effectué au niveau du versant interne de la dune (côté terrestre) ou pour conforter les cordons arrière. La végétalisation de la dune par des plantes locales adaptées comme du chiendent à feuilles de jonc en pied de dune, des oyats, de l'armoise maritime, ou de l'immortelle des dunes, permettra à un cordon dunaire de fixer naturellement le sable et de réduire l'érosion éolienne.

ATTENTION

Le rechargement en sable des plages n'est pas une SfN !

Si les recharges en sable peuvent réduire l'érosion de certaines plages et favoriser le réensablement, elles ne peuvent cependant pas être assimilées à des Solutions fondées sur la Nature si elles ne s'appuient pas sur le fonctionnement des écosystèmes littoraux. Bien souvent, elles vont même avoir un impact négatif sur la biodiversité en bordure littorale. Multiplier les seuls rechargements en sable à plusieurs reprises ne s'appuie pas sur le fonctionnement des écosystèmes et ne peut donc s'apparenter à une SfN. Une recharge partielle et ciblée dans le temps et l'espace pour amorcer un processus peut s'inscrire dans une SfN.

LE MAINTIEN DES DUNES PAR DES FILS LISSES (VENDÉE)

Porteur du projet : Office national des forêts

Financeurs et budget : 130 000 € HT sur 10 ans (20% Communauté de communes Océan-Marais de Monts et 80% État, Région)

Calendrier : 2010-2020

Face à l'érosion des dunes de sable de la forêt domaniale du Pays-de-Monts, amenée à être intensifiée par le changement climatique et la montée du niveau de la mer, la Communauté de communes Océan Marais de Monts a décidé de protéger la végétation en pied de dunes pour limiter leur érosion et faciliter son rechargement naturel. La zone est en effet soumise à une forte fréquentation touristique en période estivale (plus de 200 000 personnes contrairement à 19 000 le restant de l'année) qui fragilise le cordon dunaire. Elle a été accompagnée dans les suivis par la LPO (Ligue pour la Protection des Oiseaux), le Conservatoire botanique de Brest et le GRETIA (Groupe d'étude des invertébrés d'Armorique), le BRGM, l'ONF et l'Université de Nantes.

13 km de fils lisses ont été tendus et fixés à environ 1 m du sol sur des poteaux. Des totems matérialisent la hauteur du sable et la dynamique des dunes accompagne les fils lisses. Ces aménagements ont été réalisés par l'Office National des Forêts (ONF) qui déplace les poteaux en fonction des évolutions de la dune. Ils ne sont pas destinés à protéger directement contre la submersion marine, mais à limiter l'érosion des cordons dunaires. Cette solution est très efficace : elle protège la dune des piétinements et accompagne le processus de régénération naturel de la dune, tout en préservant la biodiversité. Peu coûteux (10 €/mètre linéaire), ces aménagements sont déployés depuis 10 ans sur quatre communes de l'intercommunalité.

Pour aller plus loin :

https://www.cdc-biodiversite.fr/realisations/dunes-du-pays-de-monts/

Limiter l'érosion et augmenter la rugosité des estrans et des abords des côtes

L'estran est la zone délimitée entre la marée la plus haute et la marée la plus basse. Végétaliser les fonds des estrans et les espaces marins en bordure de côte permet d'augmenter leur rugosité et donc de diminuer l'énergie de la houle et des vagues. Les plantes marines permettent aussi de retenir et de fixer une partie des sédiments. Une utilisation de plusieurs espèces supportant différentes profondeurs d'eau serait optimale. Il convient d'étudier la perturbation potentielle des courants, avec les effets indirects négatifs qu'elle peut induire.

Il faut veiller à ne pas introduire d'espèces exotiques envahissantes dans des milieux fragiles car l'action serait alors contre-productive pour la biodiversité.

Planter, restaurer et sauvegarder les mangroves

Les mangroves sont des forêts littorales amphibies, se situant dans les zones de balancement des marées des côtes basses de régions côtières tropicales à subtropicales. Elles sont constituées principalement de palétuviers, des arbres dont les racines en forme d'échasse tissent des réseaux dans les eaux et les limons. *Elles retiennent les substrats, limitent fortement l'énergie de la houle et filtrent l'eau.* Elles offrent un habitat privilégié pour un grand nombre d'espèces faunistiques et floristiques.

Lors de restaurations de ces mangroves, le choix des espèces se fait en fonction des paramètres de submersion, de la salinité de l'eau, mais aussi en prenant en compte le profil topographique et l'énergie des vagues[18]. Le but est de restaurer les milieux pour permettre le semis ou la régénération naturelle plutôt que la plantation.

18 - Guide technique sur la restauration de mangrove de l'UICN et du Pole-Relais Zones Humides Tropicales, 2018.

L'AMÉNAGEMENT DUNAIRE AU SERVICE DE LA LUTTE CONTRE LA SUBMERSION MARINE À GÂVRES (MORBIHAN)

Porteur du projet : Lorient Agglomération

Financeurs et budget : 515 000 € TTC (entièrement financé par Lorient Agglomération)

Calendrier : 2017-2021

Lauréat Trophée Life ARTISAN 2022 « Réduction des risques climatiques »

Gâvres, commune littorale de Lorient Agglomération, est une presqu'île reliée au continent par un tombolo (cordon littoral constitué par une levée de galets ou de sable). La commune a connu des inondations majeures, notamment lors de la tempête Johanna en 2008, et elle devrait être de plus en plus impactée par les phénomènes de submersion marine et d'érosion en raison du changement climatique. En 2012, un rechargement en sable issu des dragages du port de Lorient et l'installation de deux épis hydrauliques en bois ont amorcé une gestion adaptée du trait de côte. Des études hydrosédimentaires menées avec l'Université de Bretagne Sud (UBS) ont débouché, entre 2020 et 2021, sur des travaux visant à restaurer la plage et la dune. Ces travaux consistaient à réduire la longueur des épis existants pour obtenir une meilleure circulation sédimentaire, ajouter trois nouveaux épis en bois, mettre en place des alignements de casiers et de ganivelles pour canaliser la fréquentation, fixer le sable et la végétation et enfin le rechargement en sable pour rehausser la dune et renforcer son rôle de protection contre les submersions. Ces aménagements ont été dimensionnés sur la base d'une tempête centennale avec une surcote de 60 cm. Le projet s'est appuyé sur des connaissances scientifiques fiables et a nécessité une convention spécifique pour occuper le domaine public maritime. Les résultats montrent une stabilisation efficace du haut de plage, une reprise de la végétation, et un retour du Gravelot sur la dune restaurée. Depuis 2012, aucune submersion significative n'a été signalée malgré des conditions climatiques difficiles. La population a largement participé, avec des dispositifs comme Coast Snap pour suivre l'évolution du trait de côte et l'implication de bénévoles de l'Observatoire Citoyen du Littoral Morbihannais dans l'entretien des aménagements. Des ajustements ont été nécessaires pour répondre aux inquiétudes de certains riverains ayant perdu la vue sur la mer à cause du rechargement dunaire, un compromis ayant été trouvé sur la hauteur des dunes. Ce projet porté par une coopération étroite entre Lorient Agglomération, l'UBS, la commune de Gâvres et les habitants, constitue une référence technique et méthodologique pour d'autres initiatives similaires, notamment sur une autre portion de la plage où un mur sera détruit pour laisser place à de nouvelles dunes.

Pour en savoir plus :

https://www.trophees-adaptation-life-artisan.com/wp-content/uploads/2022/03/TROPHEE_LIFE_ARTISAN_FICHE_LORIENT.pdf

CRÉATION D'UNE MANGROVE EN PLEINE MER (MARTINIQUE)

Porteur du projet : Communauté d'agglomération du Centre de la Martinique (CACEM)

Financeurs et budget : environ 500 000 € dont 100 000 € de travaux (60% OFB, Life Artisan, Office de l'eau en Martinique, CACEM)

Calendrier : 2020-2026

Site pilote Life ARTISAN

La CACEM développe un projet de création d'une mangrove sur le périmètre la baie de Fort-de-France, près du port de plaisance de la Pointe des Sables, un site vulnérable aux submersions marines. Initialement conçu par Suez Consulting qui fait fonction d'assistance d'ouvrage technique, la CACEM, gestionnaire du port de plaisance de l'Étang Z'Abricot, a accepté de prendre en charge ce projet afin de le porter dans le cadre du programme démonstrateur Life ARTISAN.

L'objectif est d'accroître la fonction protectrice de la Pointe des Sables, grâce à la présence d'une mangrove constituée majoritairement de palétuviers Rhizophora mangle. Il se déroule en trois phases : implantation de dispositifs pour favoriser l'accrétion sédimentaire, création des conditions propices à l'apparition d'une néo-mangrove, et développement de la néo-mangrove et de la biodiversité associée, renforçant la protection du port. En raison de son caractère démonstrateur, ce projet est limité à une zone de 500 m², afin de respecter le budget et d'éviter une procédure d'autorisation environnementale. Les travaux ont commencé en janvier 2023 avec l'implantation de pieux en bois et de fascines en bambou pour favoriser l'accrétion. Les premières mesures montrent une remontée de 40 à 50 cm du fond marin en quelques mois. Cependant, en raison des conditions maritimes agitées, les fascines ont été remplacées en avril 2024 par des pieux verticaux en bois. La réponse biologique est rapide, avec l'apparition d'oursins et coquillages. La deuxième phase, qui consistera en la plantation de mangroves, est en préparation, avec un suivi scientifique débuté dès la fin de premiers travaux pour analyser l'accrétion sédimentaire, le développement de la mangrove et la biodiversité, ainsi que l'impact de l'agitation marine.

© Cacem

La communication auprès des résidents et plaisanciers a débuté par une sensibilisation, suivie de reportages et d'expositions photographiques. Le projet a rencontré des obstacles réglementaires, liés à son caractère expérimental, et à l'absence de structures spécialisées en génie végétal marin en Martinique. En outre, le nombre important de parties prenantes qui aurait pu constituer un obstacle à la bonne réalisation du projet, a contribué à son succès. Malgré la spécificité du site, les techniques innovantes employées en pleine mer peuvent être adaptées à d'autres contextes similaires.

Sauvegarder/replanter des herbiers marins

Par leur présence, les herbiers marins permettent de diminuer l'énergie de la houle et de retenir les sédiments en augmentant la rugosité du fond marin. Ils protègent efficacement le littoral en limitant l'érosion côtière et en fixant le substrat par leur réseau racinaire.

Ils ont un grand apport pour le développement de la biodiversité locale ainsi que pour son renouvellement en servant d'habitat, de nurserie et de réserve de nourriture pour près d'un quart de la faune et de la flore méditerranéennes[19]. Enfin, ils fixent le CO_2 et libèrent de grandes quantités de dioxygène.

19 - Voir le projet européen RAMOGE réunissant la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, la Principauté de Monaco et la Région Ligurie : www.ramoge.org.

ATTENTION

Cette solution n'est pas reproductible partout. Il n'est pas toujours possible d'introduire des herbiers là où ils n'ont jamais poussé, et si les conditions propices à leur développement ne sont pas réunies. Ainsi, sur le littoral méditerranéen, en particulier sur la zone comprise entre Agde et Sète, cette solution n'apparaît pas pertinente car les herbiers ne pourront pas se développer sur ces fonds sableux.

En revanche, il est toujours possible de protéger les herbiers existants et d'en éviter toute cause d'altération.

DONNER DE L'ESPACE À LA MER

Créer des zones "tampons"

Le but est de créer une zone tampon (prés salés, marais, zones humides, lagunes, etc.) entre la partie anthropique de la côte et la mer. De cette manière, la houle (même en cas de tempêtes) dissipe son énergie avant d'arriver sur les ouvrages naturels ou artificiels protégeant les terres, ce qui limite les possibilités de rupture brutale de ces ouvrages. Cependant, sur des territoires où le niveau NGF (nivellement général français) est égal voire inférieur à celui de la mer et lorsque les enjeux à protéger sont importants, ces actions s'accompagnent généralement de solutions grises à court terme. En effet, pour permettre au territoire de s'adapter progressivement aux effets du changement climatique, les collectivités peuvent privilégier dans un premier temps la combinaison d'actions "grises" et "vertes", comme le recul d'ouvrages pour laisser plus de place à la mer. Cela permet d'assurer une protection des habitations à court terme, tout en envisageant une transition du territoire vers davantage de renaturation à long terme par exemple.

Cette solution permet le développement de la biodiversité sur ces espaces laissés à la nature (oiseaux migrateurs, batraciens, végétation typique des prés salés et zones lagunaires, etc.). L'apport régulier de sédiments améliore la qualité des sols et peut même parfois engendrer un rehaussement du niveau du sol[20].

Dépoldériser

Un polder est un espace gagné par l'homme sur la mer, grâce à des ouvrages (systèmes d'endiguement) dans un premier temps, par le ressuyage, le drainage et donc l'assèchement dans un second temps. La dépoldérisation consiste à "rendre" ces territoires à la mer, en laissant les ouvrages se dégrader ou bien en les arasant. Ce type d'action présente l'avantage de **r***econnecter ces territoires à la mer et d'apporter un bénéfice pour la biodiversité tout en réduisant les risques de submersion potentiellement brutale en cas de rupture d'ouvrages.* Cela permet à ces territoires de s'adapter progressivement aux effets du changement climatique et sont plus économiques : en cas de maintien des digues, celles-ci nécessitent un entretien régulier, éventuellement des travaux de confortement voire de rehausse pour faire face à l'augmentation du niveau de la mer. Il faut anticiper que la défense à la mer est alors reportée à l'intérieur du polder, ce qui nécessite généralement l'installation de nouveaux ouvrages au plus près des implantations humaines vulnérables.

20 - Exemple de la commune de Mortagne sur Gironde qui a gagné 80 cm en 15 ans.

LA DÉPOLDÉRISATION SUR LE SITE DE LA FERME DE LA PRÉE MIZOTTIÈRE (VENDÉE)

Porteur du projet : Parc naturel régional (PNR) du Marais poitevin

Financeurs et budget : 250 000 € (60% fonds européen, 10% État et 30% PNR, OFB et LPO)

Calendrier : 2020

Dans le cadre du projet LIFE Baie de l'Aiguillon (2016-2022) visant la « Préservation, restauration et valorisation des habitats d'intérêt européen », le Parc naturel régional du Marais poitevin a mené un projet de dépoldérisation sur le site de la ferme de la Prée Mizottière, propriété du Conservatoire du Littoral (CdL). Situé sous le niveau des plus hautes eaux marines, ce site avait été gravement touché par la tempête Xynthia en 2010, entraînant la rupture des digues, l'inondation de l'exploitation agricole et la mort de 400 ovins et bovins. Bien que les digues aient été restaurées dans l'urgence, le Conservatoire du littoral (CdL), le PNR du Marais poitevin et les conservateurs de la Réserve naturelle nationale de la baie de l'Aiguillon (LPO et OFB) ont proposé à l'agriculteur de reculer la digue située le long de la Sèvre Niortaise afin de créer une zone d'expansion de crue de 10 ha. Celui-ci a accepté sans compensation financière en contrepartie d'une digue restaurée. Cette zone transformée en prés-salés a rapidement été colonisée par une biodiversité variée, et contribue à dissiper la puissance des vagues contre la digue lors de submersion. Ce projet expérimental, réalisé entre juin et octobre 2020, s'est révélé économique et rapide. La mise en œuvre a nécessité deux ans de négociations avec le Syndicat mixte Vendée Sèvre Autise (SMVSA), en charge du système d'endiguement adjacent, et les services de l'État pour ajuster les hauteurs des digues et valider leur déplacement. La culture locale de poldérisation a représenté un frein, notamment auprès des exploitants céréaliers voisins, peu favorables à ce type de projet. Les habitants n'ont été que marginalement impliqués, le projet ayant peu d'impact direct sur eux, mais des études sociologiques sont en cours. Le succès de cette opération ouvre la voie à d'autres initiatives similaires, et les suivis biologiques en place sur ce projet continueront d'en montrer les bénéfices. Dès 2024, le PNR s'investira dans le projet LIFE gouvernance climat, qui inclura un observatoire du climat du Marais poitevin et des actions de sensibilisation des populations aux risques de submersion, favorisant potentiellement de nouveaux projets de dépoldérisation.

Pour en savoir plus :

https://www.parcs-naturels-regionaux.fr/sites/federationpnr/files/document/centre_de_ressources/Marais%20Poitevin%20depolde%CC%81risation.pdf

Recomposer le territoire

Déplacer des constructions du littoral vers l'intérieur des terres et renaturer ces espaces, redonner plus de place à la mer et la nature, et limiter l'endommagement lié au recul du trait de côte et l'exposition des constructions aux phénomènes de submersion redonne plus de place à la mer et à la nature. C'est également une adaptation au changement climatique en anticipant les phénomènes à venir (exposition à l'érosion ou à l'accrétion en fonction des secteurs, recul progressif du trait de côte lors de tempêtes, etc.).

Le déplacement de ces constructions et la renaturation du site concerné par ce type d'opération doivent s'inscrire dans une réflexion plus globale, et pas uniquement à l'échelle de la cellule hydrosédimentaire[21], pour envisager différemment le développement sur le littoral. Plusieurs réflexions émergent sur la notion de recomposition spatiale du littoral, en envisageant de laisser une part plus importante aux écosystèmes littoraux.

21 - Une cellule hydrosédimentaire est un compartiment de littoral qui peut être décrit et analysé de manière autonome du point de vue des transports sédimentaires transversaux et longitudinaux (source : https://www.geocatalogue.fr/).

LA RECOMPOSITION SPATIALE DE LA BASSE VALLÉE DE LA SÂANE, À QUIBERVILLE (SEINE-MARITIME)

Sur la basse vallée de la Sâane, sur le territoire de la commune de Quiberville en Normandie, le fleuve côtier était “canalisé” par des merlons et des digues. Il longeait un camping très exposé et vulnérable aux inondations, avant de se jeter dans la mer, à travers un émissaire/buse et un clapet. Le camping a été inondé à plusieurs reprises, et le front de mer détruit en 1977.

Le Conservatoire du littoral (CdL) intervenait surtout sur la protection des zones humides littorales, pour préserver une biodiversité remarquable, les ressources pour l’activité agricole et les aménités pour les riverains. Depuis 10 ans, il travaille sur la base d’un diagnostic partagé à la mise en œuvre d’un projet de territoire, avec les collectivités et le soutien financier de l’Agence de l’eau Seine Normandie et de la Région Normandie. L’objectif est de sortir d’une approche uniquement centrée sur les risques et d’intégrer un volet risques (Sâane, submersion marine), un volet économique (camping) et un volet biodiversité (zone humide).

Depuis 2017, un projet de recomposition spatiale a débuté selon le calendrier suivant :

- 2017-2020 : actions concrètes pour adapter le territoire ;
- 2020-2025 : reconnexion de la Sâane à la mer à l’issue du déplacement du camping sur le coteau ;
- 2025- 2050 : aboutir à un territoire recomposé, avec une renaturation de la basse vallée et des usages adaptés aux évolutions à venir.

En lien avec l’Établissement public foncier de Normandie (EPF), le Conservatoire du littoral a identifié des parcelles où le camping pourrait être relocalisé (sur les deux coteaux bordant la vallée). Le camping a été déplacé fin 2024, l’ancien site sera renaturé et rétrocédé au CdL par l’EPF (démantèlement des réseaux). Par ailleurs, le CdL a racheté une parcelle située derrière le camping dans la vallée avec l’idée de reconnecter la rivière avec la mer (aménagement d’un nouvel ouvrage) et restaurer ainsi les milieux aquatiques et la biodiversité sur le site.

Sur ce site, la question foncière est l’une des clés pour atténuer les risques et envisager la recomposition spatiale, dans l’optique de s’adapter au changement climatique et de redonner plus de place à la nature (zone humide et reconnexion de la rivière à la mer).

L’ancien camping dans l’embouchure de la Sâane.
© Frédéric Larrey /Conservatoire du littoral.

POUR RÉSUMER

Il existe un grand nombre d'actions fondées sur des procédés naturels pour prévenir les risques d'inondation par ruissellement, débordement de cours d'eau et submersion marine. Les types d'actions présentées ici ne sont pas tous des SfN à proprement parler, mais peuvent être combinés dans le cadre d'un projet SfN. Ces actions permettent également d'illustrer différentes pratiques mises en œuvre aujourd'hui par les collectivités qui s'en approchent.

Pour pouvoir qualifier un projet de SfN pour la prévention des inondations, il est nécessaire de s'interroger sur les points suivants :

- Est-ce que le projet mobilise des SfN s'appuyant sur les écosystèmes propres à mon territoire et sur leur fonctionnement naturel ?
- Est-ce que le projet limite la fréquence et/ou l'amplitude des ruissellements à l'origine des crues, de l'apparition des débordements, des inondations et de leurs conséquences sur mon territoire?
- Est-ce que la solution apporte un/plusieurs bénéfice(s) pour la biodiversité ?

RESTAURATION ÉCOLOGIQUE ET CONFORTEMENT DES BOISEMENTS À BOIS JOLAN ET HELLEUX (GUADELOUPE)

La plage très fréquentée du Bois Jolan (Sainte-Anne) a vu son trait de côte reculer de 50 mètres entre 1950 et 2013, et ce phénomène s'intensifier depuis. Dans les années 1980, des digues ont été érigées dans une zone urbanisée pour tenter d'enrayer cette érosion. Cependant, ces mesures se sont révélées insuffisantes, rendant nécessaire un rechargement dunaire ultérieur.

Après un diagnostic, la ville de Sainte-Anne a renforcé à partir de 2022 le linéaire boisé du Bois Jolan et du Helleux, protégé les sols et créé un corridor écologique sur les zones défrichées : replantation de 172 espèces arborées indigènes, fermeture de la plage à la circulation automobile, transformation d'un chemin en tuf en sentier piéton, démolition d'un muret et d'une allée en béton sur 100 mètres, revégétalisation pour consolider la bande sableuse et l'arrière-plage.

La Mairie de Sainte-Anne a bénéficié du soutien technique et financier du Conservatoire du littoral, propriétaire des terrains concernés, de l'OFB, de l'ONF, du Fonds Nature 2050 et du plan France Relance. Cependant, ces financements n'ont pas permis à la commune de recruter une personne dédiée à temps plein pour ce projet. La gestion a donc été confiée à un salarié déjà impliqué dans d'autres missions, ce qui a pu occasionner certains retards sur d'autres projets.

La sensibilisation des populations locales a été essentielle pour l'acceptation du projet : panneaux explicatifs, exposition photographique, randonnées, sorties scolaires avec enfants des ambassadeurs du projet. L'interdiction du camping sauvage, le déplacement de pâturages et des zones d'entraînement d'un sport local (bœufs-tirants) ont posé problème. Un nouveau camping a apaisé les tensions, et des accords ont été trouvés sauf avec certains propriétaires de bœufs-tirants (à résoudre pour la deuxième phase du projet).

Les résultats sont prometteurs : augmentation de la présence des tortues, croissance rapide des plantations et réduction des incivilités grâce à la présence de « gardes du littoral ». Une 2° phase de travaux inclura des enclos pour favoriser le semis naturel. La modélisation du recul du trait de côte sur les 30 à 100 prochaines années permettra de mieux évaluer les effets des actions menées.

Pour en savoir plus :

https://www.ville-sainteanne.fr/

4. Comment les **mettre** en **œuvre ?** Avec **quels outils ?**

Plusieurs outils et bonnes pratiques ont pu être identifiés dans des projets en cours ou réalisés, pour favoriser le recours aux SfN et faciliter leur mise en œuvre par les collectivités.

AVOIR UNE MAÎTRISE D'OUVRAGE SOLIDE ET DÉTERMINÉE, FONDÉE SUR UNE VOLONTÉ POLITIQUE

Dans la plupart des projets pouvant s'apparenter à une SfN destinée à prévenir les risques d'inondation, le maître d'ouvrage est une *personne publique* : collectivité (commune, EPCI, syndicat) ou établissement public de l'État.

Ce type de portage implique un *engagement* de la personne publique, pour soutenir une solution qui représente souvent une alternative aux solutions plus classiques et traditionnelles des ouvrages hydrauliques. Ce choix assumé d'aller vers des solutions plus "naturelles" peut répondre à la demande de certains acteurs (associations de protection de l'environnement, organismes publics engagés dans la préservation de la nature, etc.), mais soulève parfois des incompréhensions, des réticences, voire des oppositions (propriétaires riverains opposés au projet par exemple).

DÉPLACEMENT DU CAMPING DANS L'EMBOUCHURE DE LA SÂANE À QUIBERVILLE (SEINE-MARITIME)

Dans le cadre du projet de recomposition spatiale de la vallée de la Sâane sur le littoral normand, le maire de Quiberville a changé de posture. À l'origine, il était opposé à la relocalisation du camping situé en front de mer, au bord de la rivière Sâane, et déjà inondé à plusieurs reprises. Dans le cadre du travail partenarial engagé avec le Conservatoire du littoral et la Région, il est aujourd'hui convaincu par la stratégie proposée : déplacer le camping et les bungalows pour assurer la sécurité des touristes tout en conservant cette activité économique, redonner plus de place à la zone humide et à la biodiversité pour anticiper les effets du changement climatique et adapter le territoire sans attendre une nouvelle catastrophe. Il s'en fait l'écho dans les médias et a présenté sa démarche lors du Congrès de Maire 2023, sur le stand OFB lors d'une présentation d'ARTISAN.

À l'heure actuelle, la plupart des collectivités ne se tournent pas spontanément vers les SfN pour prévenir les risques d'inondation et ont tendance à privilégier les ouvrages de génie civil. Changer de paradigme en recourant à des solutions "naturelles", de façon complémentaire ou parfois à la place de solutions "grises", nécessite donc une communication et un effort de pédagogie pour convaincre de la pertinence du projet.

Les projets qui aboutissent à des SfN sont le plus souvent portés par des élus et des techniciens convaincus, qui argumentent et expliquent les raisons du choix effectué par la collectivité en faveur des SfN. Ils peuvent s'appuyer sur des outils d'aides à la décision telle que l'*analyse multicritères*[22].

22 - CEPRI, L'AMC (analyse multicritères) une aide à la décision au service de la gestion des inondations, guide à l'usage des élus et des décideurs publics, 2019.

LA RESTAURATION DU RUISSEAU GREMILLON PORTÉE PAR LE GRAND NANCY (MEURTHE-ET-MOSELLE)

Porteur du projet : Métropole du Grand Nancy

Financeurs et budget : 3.5 millions € HT (55% Métropole du Grand Nancy, 35% Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 10% Région Grand Est)

Calendrier : 2017-2019

En 2012, des inondations mêlant débordements de cours d'eau et ruissellement d'une intensité rare se sont produites à Nancy, provoquant un décès. En réponse, les élus ont décidé de remettre à ciel ouvert le cours d'eau du Grémillon sur près de 2 km dans le secteur de Pulnoy et d'Essey-Lès-Nancy. Profondément modifié par l'urbanisation du territoire, ce ruisseau avait perdu ses fonctions biologiques dans les tronçons busés, et aggravait les risques d'inondation, l'érosion des berges et l'affaissement du lit. Cette opération s'est accompagnée d'aménagements hydrauliques par génie végétal sur le linéaire du ruisseau, en zones urbaines et agricoles : création de mares, reméandrage, suppression d'un canal en béton pour rétablir le lit du ruisseau, aménagement de champs d'expansion de crue et renaturation du plan d'eau de la Masserine. En complément, la capacité des bassins de rétention existants a été augmentée et un ouvrage de rétention de 2 700 m^3 a été construit près du collège de Pulnoy. La réalisation n'a pas été simple et le Grand Nancy, maître d'ouvrage, a dû mener un important travail de concertation avec l'ensemble des acteurs concernés : réunions publiques, supports de communication variés, et activités éducatives dans les écoles et au collège de Pulnoy. Pour obtenir l'adhésion des communes concernées par le projet et de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse, la collectivité s'est également appuyée sur les résultats d'une analyse multicritères (AMC) effectuée durant la phase d'avant-projet, et ciblant en particulier les aspects sociaux, hydrauliques et environnementaux. La principale difficulté est survenue dans la zone agricole située dans le secteur amont du projet, où les propriétaires se sont opposés au projet et ont refusé de retirer les canalisations, malgré l'appui de la chambre d'agriculture et de l'Agence de l'eau. En dépit de ces difficultés, les résultats des aménagements sont importants : deux évènements orageux d'occurrence décennale et centennale en 2018 ont démontré l'efficacité des champs d'expansion de crue qui se sont remplis avant même que les travaux ne soient achevés. Ces aménagements ont également permis aux habitants de redécouvrir le cours d'eau et ses berges, tout en favorisant des écoulements variés, une meilleure continuité des milieux humides, et le retour de la biodiversité dans le lit mineur. Dans le lit majeur, les zones de rétention et les cordons d'hélophytes attirent odonates et amphibiens, tandis que les ripisylves servent de repères aux chiroptères pour rejoindre leurs zones de chasse.

Le ruisseau du Grémillon dans la traversée du parc de Pulnoy (aménagement d'un lit majeur, re-méandrage et renaturation des berges). © MGN (Frédéric MERCENIER).

Pour en savoir plus :

https://uicn.fr/wp-content/uploads/2020/01/SfN-light-ok.pdf

À NOTER

Pour mettre en œuvre la gouvernance inclusive (5° critère) et ses conséquences positives sur les réticences voire les oppositions, il est important d'associer les acteurs concernés par le projet le plus en amont possible, en particulier :

- *les habitants, dont les propriétaires riverains,*
- *les agriculteurs propriétaires et/ou exploitants des terres,*
- *les associations de protection de l'environnement,*
- *les associations d'usagers, les associations sportives, les associations de chasse et de pêche, la SAFER,*
- *les professionnels, notamment du tourisme, les gestionnaires des différents réseaux publics,*
- *etc.*

S'APPUYER SUR LA COMPÉTENCE GEMAPI

Rappel sur le contenu de la compétence GEMAPI

La compétence Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations (GEMAPI) est issue de la loi n° 2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles (MAPTAM). Elle a été attribuée au bloc communal au 01/01/2018 avec transfert ou délégation possibles à un ou plusieurs syndicats mixtes.

Elle est définie par 4 alinéas de l'article L.211-7 du code de l'environnement :

1° L'aménagement d'un bassin ou d'une fraction de bassin hydrographique ;

2° L'entretien et l'aménagement d'un cours d'eau, canal, lac ou plan d'eau, y compris les accès à ce cours d'eau, à ce canal, à ce lac ou à ce plan d'eau ;

5° La défense contre les inondations et contre la mer ;

8° La protection et la restauration des sites, des écosystèmes aquatiques et des zones humides ainsi que des formations boisées riveraines.

Les alinéas 1, 2 et 8 renvoient à la Gestion des Milieux Aquatiques, tandis que l'alinéa 5 renvoie à la Prévention des Inondations, c'est-à-dire la gestion des ouvrages de protection (regroupement des digues en "systèmes d'endiguement", barrages et ouvrages de stockage ou de ralentissement dynamique dits "aménagement hydrauliques").

LA GEMAPI CONSTITUE-T-ELLE UNE OPPORTUNITÉ POUR METTRE EN ŒUVRE DES SfN ?

La création de cette compétence n'a pas eu pour objectif de permettre le développement de Solutions fondées sur la Nature (SfN). Néanmoins, elle constitue un cadre pour favoriser la mise en œuvre par une collectivité d'actions qui pourraient s'apparenter à des SfN.

L'alinéa 8 vise expressément "La protection et la restauration des sites, des écosystèmes aquatiques et des zones humides", ce qui se rapproche le plus de la définition de SfN. Une opération qui protège ou restaure un écosystème aquatique procure des bénéfices pour la biodiversité. Les autres bénéfices en matière d'adaptation au changement climatique et de réduction du risque d'inondation dépendent des caractéristiques de l'opération.

L'alinéa 1 sur l'aménagement d'un bassin versant ne mentionne pas explicitement les Solutions fondées sur la Nature, mais peut servir de cadre à la réalisation d'une SfN. Un aménagement réalisé à l'échelle d'un bassin hydrographique, telle qu'une zone d'expansion des crues par exemple, pourrait être qualifié de SfN, en fonction de la façon dont elle est conçue (aménagements naturels permettant au cours d'eau d'investir son lit majeur, gains pour la biodiversité, prise en compte du changement climatique lors de la conception du projet, capacité de stockage supérieure à un évènement fréquent pour s'adapter à des inondations plus importantes à l'avenir, etc.).

LA RÉHABILITATION DE RUS ET D'UN HYDROSYSTÈME DE TÊTE DE BASSIN VERSANT EN FAVEUR DE LA RÉSILIENCE DU MASSIF FORESTIER DE RUMILLY-CHAOURCE (AUBE)

Porteur du projet : EPAGE Armançon (anciennement Syndicat Mixte du Bassin Versant de l'Armançon)

Financeurs et budget : 300 000 € (80% agence de l'eau, Fonds Nature 2050, SMBVA, EPTB Seine Grands Lacs)

Calendrier : 2016-2024

Lauréat 2024 Trophée Life ARTISAN « Réduction des risques climatiques »

Le bassin versant du Brévant est situé dans l'Aube, il couvre 24 km², principalement composé de forêt humide. Son occupation du sol lui donne un rôle essentiel en tant que régulateur du cycle de l'eau, zone tampon contre les inondations et refuge de biodiversité. Ce massif forestier a subi d'importants travaux hydrauliques (drainage des parcelles et rectification de cours d'eau) ayant pour but d'accélérer l'évacuation de l'eau pour faciliter l'exploitation forestière. Ces travaux ont notamment eu pour conséquence l'assèchement des zones humides en été, le dépérissement des arbres, l'augmentation des débits en aval et le déclin de certaines espèces. En outre, les récentes sécheresses et les projections climatiques (source : HYCCARE Bourgogne), annonçant une diminution des débits de 10 à 40 % et une intensification des phénomènes extrêmes, soulignent l'urgence de restaurer ce milieu pour préserver ses services écosystémiques et garantir sa résilience.

L'EPAGE Armançon s'est saisi du problème via sa compétence gémapienne. En collaboration avec l'ONF et s'appuyant sur un diagnostic de l'hydrosystème du massif, il a lancé un vaste projet de réhabilitation écologique : reméandrage du cours d'eau sur 8 kilomètres, augmentant de 13 % le linéaire hydrographique, neutralisation de 50 kilomètres de fossés drainants, installation de 1 600 redents, réduction des passages busés et création d'une zone d'expansion de crues de 90 000 m³. Ces mesures devraient permettre de réguler les crues à l'aval grâce à l'extension du réseau hydrique, d'améliorer la rétention d'eau dans les sols en obstruant les fossés drainants et de soutenir la biodiversité en restaurant des zones humides. L'EPAGE a également engagé un suivi écologique et hydrologique approfondi.

La concertation, avec plus de 1 000 heures de discussions avec les propriétaires et exploitants, a permis de fédérer les acteurs locaux et d'assurer l'adhésion au projet. Étant le premier projet de ce type, la concertation a pris du temps, mais elle sera plus rapide pour les projets futurs. Le projet, situé en forêt, n'a pas nécessité une forte implication de la population, qui a été informée via des réunions publiques. Le projet, couvert par des reportages télévisés, a suscité la fierté des habitants et des élus. L'EPAGE Armançon prévoit de dupliquer cette initiative sur d'autres secteurs du bassin de l'Armançon.

Pour en savoir plus :

https://www.bassin-armancon.fr/

Réhabilitation de rus forestiers sur le bassin versant du Brévant. © Julie Tourron / EPAGE Armançon.

L'alinéa 2 concerne l'entretien d'un cours d'eau. Il faut rappeler que la collectivité compétente en matière de GEMAPI n'intervient que lorsque le propriétaire riverain est défaillant dans ses obligations d'entretien du cours d'eau. Elle doit se substituer en cas de carence du propriétaire riverain qu'il soit public ou privé. Il s'agit davantage d'entretien courant ou en situation d'urgence (vigilance en cours sur un cours d'eau, voire alerte en cas de risque d'inondation potentiel), que de la réalisation d'un aménagement qui pourrait être assimilé à une Solution fondée sur la Nature. Cet alinéa semble donc moins opportun pour la réalisation d'une SfN, même si pour certains, les SfN sont aussi des actions de gestion durable des écosystèmes, dont la gestion des ripisylves et berges de cours d'eau.

Enfin, l'alinéa 5 traite de la défense contre les inondations et contre la mer, qui peut aussi inclure la lutte contre l'érosion côtière. Certains aménagements conçus par l'homme et s'appuyant sur les écosystèmes existants pourraient relever de la compétence GEMAPI au titre de l'érosion côtière (restauration de cordons dunaires entièrement naturels par exemple).

Dans le cas de la lutte contre la submersion marine ou les débordements de cours d'eau, pour qu'une SfN soit réalisée dans le cadre de la compétence GEMAPI, elle doit être intégrée au sein d'un système d'endiguement ou d'un aménagement hydraulique autorisé, ce qui n'est pas simple sur le plan administrati f[23].

Les collectivités exerçant la compétence GEMAPI peuvent donc développer des actions de type SfN, principalement dans le cadre des alinéas 1 et 8.

Le cadre de la compétence GEMAPI gagnerait à se renforcer pour la mise en œuvre des SfN :

- *la GEMAPI ne mentionne pas l'adaptation au changement climatique,* ce qui implique donc pour les collectivités qui l'exercent, d'intégrer volontairement la prise en compte des évolutions climatiques et de ses impacts lors de la conception du projet de SfN envisagé.
- *certaines actions exercées dans le cadre de la GEMAPI peuvent parfois avoir des objectifs contradictoires.* Par exemple, la préservation de la ripisylve et plus généralement de la végétation le long des cours d'eau peut aussi générer des embâcles en cas de fortes crues (contextes torrentiels) et aggraver le phénomène. Par ailleurs, l'entretien des ouvrages de protection implique une gestion et une surveillance incompatibles avec la présence d'arbres sur les ouvrages (risques de fragilisation de l'ouvrage, présence d'animaux fouisseurs dans les digues en terre, etc.).

POUR RÉSUMER

La compétence GEMAPI offre un cadre juridique remarquable pour mettre en œuvre certaines SfN, en particulier pour la protection et la restauration des sites, des écosystèmes aquatiques et des zones humides ainsi que des formations boisées riveraines, la défense contre la mer ou encore l'aménagement d'un bassin ou d'une fraction de bassin hydrographique.

La description réglementaire n'entre pas dans le détail de toutes les situations de terrain, ce qui laisse une marge d'appréciation et d'initiative aux collectivités dans leur intervention sur le territoire.

23 - Il s'agit d'un classement administratif délivré par les services de l'État sur la base d'un dossier déposé par le gestionnaire du système d'endiguement ou de l'aménagement hydraulique. Un ouvrage entièrement naturel, bien qu'il puisse contribuer à la protection d'une zone, ne peut pas être classé (article R562-13 du code de l'environnement).

INSCRIRE LES SfN DANS UN PROJET DE TERRITOIRE

Solutions pour réduire les conséquences d'une inondation sur un territoire, les SfN sont une composante de l'aménagement du territoire et renouvellent ce territoire en intégrant mieux les conséquences du risque d'inondation.

Comment s'y prendre ? Collectivités, services et établissements de l'État, professionnels de l'aménagement, de la planification peuvent utiliser les outils existants décrits ici.

INTÉGRER LES SfN DANS LA PLANIFICATION À DIFFÉRENTES ÉCHELLES

Les outils de la planification et de l'urbanisme sont nombreux et peuvent être élaborés à différentes échelles, par différents acteurs (État, collectivités, groupements de collectivités, etc.). Chaque outil peut constituer un cadre favorable pour la mise en œuvre des SfN sur le terrain. Les études effectuées dans le cadre du projet ARTISAN, sur la prise en compte des SfN dans les SRADDET, SDGE, PCAET, SCOT et PLu(i) en témoignent. Il relève de la responsabilité de chaque acteur compétent de contribuer à son niveau au changement de paradigme, en proposant une alternative aux infrastructures grises en mentionnant davantage les SfN.

Au niveau des bassins hydrographiques : les SDAGE et les PGRI

Élaborés et votés par le comité de bassin à son échelle de compétence, ces deux documents n'ont pas la même finalité.

Le Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) est issu de la loi sur l'eau de 1992 et constitue un outil de planification dans le domaine de l'eau. Il fixe, pour chaque bassin hydrographique, les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau. À ce titre, il peut comporter des orientations concernant la prévention des inondations et les SfN.

Quelques exemples de dispositions et mesures contenues dans des SDAGE qui pourraient être considérées comme des SfN[24]:

Pour réduire les ruissellements, les crues et inondations :	
Bassin	*Description de la solution*
Guadeloupe	Préserver la mobilité des cours d'eau, ravines, canaux
Mayotte	Prendre en compte les risques d'inondation accentués par le changement climatique (préservation et restauration des fonctionnalités naturelles des écosystèmes qui concourent à la réduction des inondations et des submersions marines)
Seine-Normandie	Développer et maintenir les éléments fixes du paysage qui freinent les ruissellements
Artois-Picardie	Préserver et restaurer les Zones Naturelles d'Expansion de Crues
Adour-Garonne	Mettre en œuvre les principes du ralentissement dynamique
Rhône-Méditerranée	Préserver et restaurer les rives de cours d'eau et plans d'eau, les forêts alluviales et ripisylves
Pour limiter l'érosion côtière, la submersion marine :	
Bassin	*Description de la solution*
Rhône-Méditerranée	Politique de préservation du littoral et de restauration des milieux physiques : préservation des zones littorales non artificialisées, gestion du trait de côte en tenant compte de sa dynamique, restauration physique des milieux lagunaires
Artois-Picardie	Préserver les milieux riches et diversifiés facteurs d'équilibre du littoral
La Réunion	Gérer la submersion marine et l'érosion côtière dans le respect des milieux aquatiques
La Martinique	Préserver les herbiers de phanérogames marines et les récifs coralliens. Les zones littorales tampons comme les herbiers ou les récifs coralliens limitent les impacts de l'élévation du niveau de la mer ou de la submersion marine, tout en bénéficiant à la biodiversité

24 - Melka, Pauline, et Alice Ferrant, "SDAGE et Solutions d'adaptation fondées sur la Nature. État des lieux de la mobilisation des Solutions fondées sur la nature pour l'adaptation aux changements climatiques (SfN) dans les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SDAGE)", Projet Life ARTISAN, Office Français de la Biodiversité, 2022.

Par ailleurs, voici d'autres dispositions de SDAGE qui favorisent la mise en œuvre de SfN, en particulier les zones humides :

Acquisition foncière	
Martinique	Mettre en place une politique foncière de sauvegarde des zones humides et des mangroves
Aménagement, planification	
La Réunion	Favoriser un aménagement du territoire permettant une maîtrise des ruissellements, de l'infiltration et de l'érosion, via la réalisation de Schémas de gestion du ruissellement pluvial, la modulation des financements publics et diverses mesures organisationnelles
Seine-Normandie	Cartographier et protéger les zones humides dans les documents d'urbanisme
Analyses, études, production de connaissances	
Rhin-Meuse	Études de connaissance des milieux et des inventaires naturalistes pour l'amélioration de la qualité des milieux humides dans la mise en œuvre d'aménagement de protection/prévention contre les inondations
Financements	
Adour-Garonne	Eviter le financement public des opérations engendrant un impact négatif sur les zones humides

Le Plan de gestion des risques d'inondation (PGRI) est issu de la Directive inondation 2007/60/CE du 23/10/2007 relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation (Article L.566-7 du Code de l'environnement). Outil dédié à la prévention des inondations, il définit de grands objectifs pour la gestion des risques d'inondation, déclinés sous forme de dispositions : prévision, information sur les risques, réduction de la vulnérabilité, mode durable d'occupation des sols, information préventive, etc. Il est élaboré par le comité de bassin, à l'échelle du district hydrographique pour 6 ans. Chaque PAPI s'élabore en compatibilité avec le PGRI en vigueur sur son territoire.

DISPOSITIONS DU PLAN DE GESTION DES RISQUES D'INONDATION DU BASSIN RHÔNE MÉDITERRANÉE POUR LA PÉRIODE 2022-2027 :

D.1-4 Valoriser les zones inondables et les espaces littoraux naturels
"Ces espaces [naturels] contribuent également à la qualité du cadre de vie. Leur aménagement doit se faire sans dégrader les services qu'ils rendent en matière de lutte contre les inondations et les autres services écosystémiques. La préservation des espaces naturels présents dans ces zones constitue ainsi une forme de valorisation à privilégier."

D.2-5 Favoriser la rétention dynamique des écoulements
"Les mesures de rétention dynamiques contribuant au bon fonctionnement des milieux naturels seront privilégiées, par exemple en recherchant à mettre en œuvre des actions prévues par le programme de mesures du SDAGE en termes de restauration des espaces de bon fonctionnement de cours d'eau ou de zones humides. "

Au niveau régional : le SRADDET

Document d'urbanisme élaboré par la Région, le Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET ou SDRIF en Île-de-France) planifie à moyen/long termes les grandes orientations de développement de la région. Il fixe notamment des objectifs de lutte contre le changement climatique et de promotion d'une gestion économe de l'espace et peut inciter à recourir aux SfN.

Au niveau local : les SAGE, les SCoT, les PLU/PLUi et les PCAET

À l'échelle locale, plusieurs documents permettent la mise en œuvre de SfN pour prévenir les risques d'inondation et les risques liés à la gestion de l'eau.

Le Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) planifie la gestion de l'eau à l'échelle d'une unité hydrographique cohérente. Il fixe des objectifs généraux d'utilisation, de mise en valeur, de protection quantitative et qualitative de la ressource en eau, en compatibilité avec le SDAGE et peut aussi inciter à réaliser des SfN pour l'adaptation du territoire aux effets du changement climatique.

SAGE DES BASSINS DE L'ORB ET DU LIBRON, 2018

Sur ces bassins versants exposés fréquemment à des risques d'inondation par débordement rapide, le SAGE impose de préserver les espaces de bon fonctionnement et l'espace de mobilité des cours d'eau dans les plans et programmes d'aménagement (Disposition C.5.1 et règle n°3). Il propose des déclinaisons dans les parties des documents d'urbanisme :

- *intégrer une disposition visant à préserver et restaurer l'espace de mobilité dans le projet d'aménagement et de développement durable (PADD) du PLU.*
- *classer l'espace de mobilité délimité en zone protégée, inconstructible (naturelle N ou agricole A).*
- *interdire toute urbanisation et tout aménagement dans le périmètre de l'espace de bon fonctionnement, etc.*

Sans faire explicitement référence à la notion de SfN, ces mesures concourent à préserver des espaces naturels nécessaires au fonctionnement de la rivière, et sont a priori favorables à la biodiversité et à une certaine réduction de l'aléa.

SAGE DE L'YERRES, LORS DE SA RÉVISION À L'AUTOMNE 2021

"L'adaptation des milieux aquatiques au changement climatique est centrale et le SAGE souhaite renforcer sa prise en compte en le mettant au cœur de sa stratégie. En effet, la prise en charge de cet enjeu repose sur la promotion et la diffusion de modes d'intervention, dans les différents champs de la gestion de l'eau et des milieux aquatiques, basés sur des actions de préservation, de restauration et d'amélioration de la gestion des écosystèmes qui permettent de continuer à bénéficier de leurs services (autoépuration des cours d'eau, recharge de la nappe, prévention des risques, cadre de vie, etc...). Ce positionnement rejoint le concept de 'Solution fondée sur la Nature' (SfN) développé au niveau international par l'UICN."

"L'analyse des réflexions issues des ateliers participatifs fait ressortir une sorte d'accroche qui peut définir la ligne directrice du futur SAGE : un SAGE pour maximiser les fonctions écologiques des milieux afin de renforcer la résilience du territoire face au changement climatique et de favoriser la cohésion sociale du territoire en renouant des liens sensibles à la nature" (Concertation préalable du public, Révision du SAGE de l'Yerres, automne 2021).

Le Schéma de cohérence territoriale (SCoT) est un document de planification à l'échelle intercommunale élaboré par un EPCI-FP ou un syndicat mixte, qui définit une stratégie territoriale à moyen/long terme. Son contenu a été réformé depuis la Loi pour l'évolution du logement, de l'aménagement et du numérique (ELAN) du 23 novembre 2018. Son intérêt du point de vue de la prise en compte des SfN pour prévenir les risques d'inondation est de traduire, à son échelle, des dispositions du PGRI, SDAGE et du/des SAGE avec lesquelles il est compatible, et à la fois le document qui peut influer sur le contenu des PLU (ceux-ci devant être compatibles avec le contenu du SCoT). Il peut donc inscrire des principes, voire des règles d'aménagement incitant à recourir à des SfN d'autant plus facilement que la structure qui le porte exerce directement la compétence GEMAPI.

SCOT DES TERRITOIRES DE L'AUBE, APPROUVÉ EN 2020

Le territoire du SCoT des Territoires de l'Aube (DEPART) comporte 352 communes exposées aux inondations par débordement de la Seine et de ses affluents et aux ruissellements. Il est porté par le syndicat mixte DEPART qui est très impliqué sur l'intégration des risques dans l'aménagement du territoire. Il est d'ailleurs maître d'ouvrage de deux actions du PAPI de Troyes et de la Seine supérieure : favoriser l'intégration du risque dans les documents d'urbanisme (Action 4.1) et inciter à la conception de projets d'aménagements résilients (Action 4.2).

Le contenu du SCoT affiche cette volonté de se saisir de la question du risque d'inondation dans la planification. Par exemple au sein du SCoT, le Document d'Orientation et d'Objectifs (DOO) contient 10 orientations spécifiques pour intégrer le risque inondation dans les pratiques d'aménagement.

"2.2.15. Développer une lecture croisée des continuités écologiques, des zones humides et des zones inondables pour identifier des secteurs géographiques stratégiques à protéger à des fins complémentaires de préservation de la biodiversité, de protection des zones humides et de préservation des capacités d'écoulement et/ou de stockage de l'eau en cas d'inondation."

"3.1.6 Dans les zones urbaines et à urbaniser exposées au risque inondation, promouvoir des principes d'organisation et d'aménagement propices à la prise en compte du risque dans le projet, notamment à travers les OAP, en préconisant : [...] - Un principe de création d'une trame végétale, d'une zone tampon, d'une noue d'infiltration... ; - La valorisation de la zone inondable dans le cadre du projet : préservation d'une continuité écologique et renforcement de la biodiversité, création d'un espace récréatif, développement de promenades et de liaisons douces..." (extraits du DOO).

Le contenu du SCoT encourage ainsi un croisement entre les enjeux écologiques, sociaux et environnementaux dans les choix d'aménagement du territoire à moyen terme.

Le Plan local d'urbanisme communal ou intercommunal (PLU(i)) est le document d'urbanisme qui définit les règles d'utilisation du sol et conditionne les autorisations d'urbanisme tels que les permis de construire par exemple. Son contenu peut conditionner la réalisation de SfN, bien qu'elles ne soient généralement pas nommées ainsi dans ce type de document. Par exemple, le règlement peut classer un secteur inondable en zone inconstructible naturelle ou agricole, délimiter la trame verte et bleue sur les documents graphiques et le zonage (espaces de bon fonctionnement des cours d'eau notamment), classer certaines zones en espaces boisés classés (EBC), un zonage pluvial peut imposer l'abattement de la lame d'eau, etc. Ceci est d'autant plus aisé que la structure qui porte le PLUI exerce aussi la compétence Gemapi.

Les documents d'urbanisme SCoT et PLU(i) peuvent aussi imposer des mesures pour réduire l'imperméabilisation et favoriser le développement de la biodiversité, comme le *coefficient de surfaces non imperméabilisées ou éco-aménageables.*

SCOT DU PAYS DU CALAISIS, MODIFIÉ EN 2017

Le SCoT du Pays du Calaisis définit de grandes orientations d'aménagement d'ici 2028. Il expose dans le PADD (projet d'aménagement et de développement durables) l'objectif d'utiliser "l'environnement comme support de l'aménagement et du développement, par la reconquête d'une qualité environnementale (en s'appuyant sur la richesse des milieux naturels et la variété des paysages pour accentuer son attractivité (logique de la trame verte et bleue), en intégrant en amont la gestion des risques naturels et industriels)." Ce territoire est entièrement soumis au risque d'inondation, par débordement de cours d'eau, ruissellement, coulées de boues et submersions marines (en partie situé sous le niveau de la mer), et vulnérables. Certaines prescriptions du SCoT imposent de recourir à des solutions naturelles pour prévenir l'ensemble de ces risques :

- *"Les plans locaux d'urbanisme des communes littorales organisent la protection du massif dunaire, par le classement des espaces de cordon dunaire au titre de l'article L. 1223-1-5-7° du Code de l'Urbanisme."*
- *"Les zones naturelles d'expansion de crues et leurs connexions hydrauliques, en tant qu'espaces de liberté au cours d'eau, sont conservées et/ou restaurées. Les zones d'expansion des crues répertoriées dans les PPRI sont inconstructibles dans les PLU."*
- *"Pour les espaces soumis au ruissellement ou situés en pieds de colline, les communes instaurent, dans leur document d'urbanisme, un classement au titre des Espaces Boisés Classés ou de l'article L. 123-1-5-7° du Code de l'Urbanisme les éléments topographiques suivants :*
  - *haies, mares et fossés sur les terres agricoles potentiellement soumises au ruissellement,*
  - *haies, mares, fossés et berges des cours d'eau hors Watergangs des pieds de colline." (extraits du DOO).*

PLUI DE LA COMMUNAUTÉ DE COMMUNES DES SOURCES DU LAC D'ANNECY (HAUTE-SAVOIE)

Le PLUi de la Communauté de communes des Sources du Lac d'Annecy a été approuvé en 2015, au moment où débutaient les travaux de restauration de la rivière Saint-Ruph-Glière-Eau-Morte. Il comporte des objectifs dans le PADD relatifs à ce programme de travaux, des dispositions dans le règlement, ainsi qu'une "Orientation d'Aménagement et de Programmation (OAP) à vocation de maintien et d'amélioration de la trame verte et bleue". Les espaces de bon fonctionnement ont été intégrés dans le zonage du PLUi, en application des dispositions du SDAGE du bassin Rhône Méditerranée Corse. Les secteurs où se trouvent les zones humides (plus de 600 hectares) sont classés en zone naturelle ou agricole et sont inconstructibles. Une étude a été réalisée avec le Conservatoire d'Espaces Naturels de Haute-Savoie pour confirmer la délimitation de ce zonage et définir des préconisations et prescriptions pour leur entretien. L'OAP définit une méthodologie pour définir les zones humides et leurs espaces de bon fonctionnement identifiés sur le document graphique. Elle se réfère aux articles L.211-1 et R211-108 du Code de l'environnement pour la définition des zones humides : "[...] Cette gestion [de la ressource en eau] prend en compte les adaptations nécessaires au changement climatique et vise à assurer : 1° La prévention des inondations et la préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et des zones humides ; on entend par zone humide les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire, ou dont la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année [...]."

Le coefficient de pleine terre

Il cherche à traduire la capacité d'infiltration des sols, l'absence de construction en surface et en sous-sol, la capacité d'un sol à être un support de végétation… l'objectif étant de préserver des sols capables d'assurer des fonctions écologiques en milieu urbain, comme celle de réguler l'eau, de stocker le carbone ou d'accueillir la biodiversité, plutôt que de favoriser des revêtements peu perméables, afin que l'eau de pluie puisse s'infiltrer directement dans le sol, permettant ainsi de prévenir des risques d'inondation par ruissellement. Ce coefficient de pleine terre est encadré par l'article L151-22 du code de l'urbanisme sur les coefficients de surfaces non imperméabilisées ou éco-aménageables.

Résidence Carnot à Ivry.
© Urbanwater

Le coefficient de biotope ou coefficient de biotope de surface (CBS)

Il s'agit de la part minimale de surfaces non imperméabilisées, ou eco-aménageables, présumée contribuer au maintien de la biodiversité en ville. Défini dans la loi ALUR (Accès au Logement et un Urbanisme Rénové) adoptée le 24 mars 2014, cet outil définit la proportion des surfaces favorables à la biodiversité par rapport à la surface totale d'une parcelle. Il permet d'évaluer la qualité environnementale d'une parcelle, d'un îlot, d'un quartier ou d'un territoire.

Le CBS peut être inscrit dans le règlement d'un PLU pour "imposer une part minimale de surfaces non imperméabilisées ou éco-aménageables, éventuellement pondérées en fonction de leur nature, afin de contribuer au maintien de la biodiversité et de la nature en ville" (Article L151-22 du Code de l'urbanisme).

Le recours aux *coefficients de surfaces non imperméabilisées ou éco-aménageables* est devenu obligatoire dans des villes de plus de 50 000 habitants et dans certaines figurant dans une liste spécifique (depuis la loi Climat et Résilience). Il permet aux collectivités de répondre à plusieurs enjeux, de façon volontaire, dans un document d'urbanisme, dans un projet d'aménagement ou de renouvellement urbain : amélioration de l'infiltration des eaux pluviales et réduction du risque de ruissellement, rechargement de la nappe phréatique, création et valorisation d'espace pour la biodiversité.

SCOT DE LA NARBONNAISE, APPROUVÉ EN 2021

Ce SCoT s'étend sur un territoire d'environ 1 000 km², entre coteaux et piémonts à l'ouest, le littoral méditerranéen à l'est, la plaine de l'Aude au nord et des zones agricoles dans la plaine sud. Il est très peu soumis à la problématique du recul du trait de côte, contrairement à ses voisins héraultais, mais très exposé à la submersion marine, aux débordements rapides de cours d'eau (Aude, Berre, Orbieu, Répudre, Cesse), et au ruissellement (présence de talwegs). L'espace disponible pour urbaniser est fragile et rare : 80 % du territoire est soumis à des contraintes géographiques et environnementales. Si le SCoT précédent contenait des objectifs ambitieux d'intégration du risque d'inondation dans les formes architecturales et paysagères, ce nouveau document renforce la prise en compte du ruissellement. Il comporte de nombreuses prescriptions sur la réduction de l'imperméabilisation pour favoriser l'infiltration des eaux pluviales et de ruissellement.

Objectif : Limiter l'imperméabilisation nouvelle des sols.
Prescription : En complément des actions en faveur de la modération de la consommation des sols (densification, renouvellement urbain, formes urbaines économes…), les documents d'urbanisme favoriseront au sein de leurs règlements la mise en place d'outils qui limitent l'imperméabilisation des sols afin de favoriser l'infiltration des eaux pluviales et réduire les risques d'inondation et de pollution des eaux. Les collectivités peuvent ainsi :

- *Imposer une part minimale de surfaces non imperméabilisées ou éco-aménageables, éventuellement pondérées en fonction de leur nature (coefficient de biotope)*
- *Conditionner certains projets (drive, zones commerciales…) à la mise en place de dispositifs favorisant la perméabilité et l'infiltration des eaux pluviales, tels que les toitures végétalisées*
- *Imposer des installations nécessaires à la gestion des eaux pluviales et de ruissellement, des règles maximales d'emprise au sol*
- *Limiter l'imperméabilisation sur les secteurs à enjeux notamment dans le but de prévenir les risques d'inondation (zones classées naturelles dans les PLU),*
- *D'une manière générale, développer la nature en ville comme moyen de limiter l'imperméabilisation. (Extraits du DOO).*

Le Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET)[25] est un programme d'actions d'une durée de 6 ans. Il se décline en plusieurs axes issus des principes d'adaptation au changement climatique, dont la réduction des émissions de gaz à effet de serre (volet atténuation) et l'adaptation au changement climatique (volet adaptation) qui peut intégrer des actions favorisant les SfN. Il s'adresse à tous les acteurs du territoire (citoyens, associations, entreprises, collectivités, etc.). Dans une logique de cohérence avec les autres documents d'urbanisme il doit prendre en compte le SCoT et le Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) et être compatible avec les règles du SRADDET. À l'échelle locale, le PLU/PLU(i) doit prendre en compte le contenu du PCAET. Le PCAET est généralement mis en œuvre par un EPCI qui exerce la compétence GEMAPI, ce qui peut contribuer à intégrer plus facilement la prise en compte des SfN pour la prévention de l'inondation.

POUR RÉSUMER

Même s'ils ne sont pas tous dédiés à la prévention des risques d'inondation, ni au développement des Solutions fondées sur la Nature, ces outils peuvent proposer un cadre favorable à la mise en œuvre de ces solutions.
Tous ces outils sont entre les mains des collectivités gémapiennes et peuvent constituer une occasion d'inciter voire d'imposer le recours à la nature pour adapter l'aménagement du territoire à des évènements d'inondation plus fréquents et plus intenses.

25 - Créé par la Loi Grenelle 2 de 2012, le PCAET était initialement obligatoire pour les collectivités de plus de 50 000 habitants. La Loi relative à la Transition Energétique pour la Croissance Verte de 2018 a abaissé ce seuil à 20 000 habitants.

INTRODUIRE LES SfN DANS LES PROJETS D'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

L'idée est de redonner plus de place à la nature dans les opérations d'aménagement. À titre d'exemple, l'objectif de nombreuses opérations en milieu urbain consiste à gérer à la source les eaux pluviales pour limiter les risques de ruissellement et à favoriser l'accueil de la biodiversité en permettant aux sols de remplir à nouveau leur fonction naturelle. Cette approche va donc au-delà de la réponse classique qui consiste à réaliser des bassins de rétention ou à créer des noues, des canaux ou fossés d'évacuation des eaux pluviales à ciel ouvert. Son objectif est de permettre à l'eau de pluie de rejoindre la nappe phréatique au plus vite, sans être préalablement stockée en cas de pluies fréquentes. C'est une nouvelle approche dans la gestion des eaux pluviales (GEPU).

Si certains territoires se sont développés en tenant compte de ce principe, notamment en Seine-Saint-Denis ou dans les Hauts-de-Seine depuis plusieurs années par exemple, la plupart des opérations actuelles l'introduisent dans leur cahier des charges, en visant la gestion des eaux pluviales à travers des procédés plus naturels.

Exemple de parc urbain à Saint-Ouen (Schels Dock). © A.Schelstraete pour Sequano Aménagement.

LA GESTION DES PETITES PLUIES DANS LA ZAC SUD-OUEST DE L'ÎLE DE NANTES (LOIRE-ATLANTIQUE)

Porteur du projet : Nantes Métropole

Calendrier : 2019-2037

La ZAC Sud-Ouest, ou nouveau quartier République, est un quartier de 80 ha, situé sur l'île de Nantes, en reconversion. Occupée jusqu'alors par des friches ferroviaires et le Marché d'Intérêt National, cette zone a vocation à devenir un quartier mixte accueillant 6 000 nouveaux logements, 138 000 m² de bureaux, activités et commerces, le futur CHU de Nantes, deux nouvelles lignes de tramway et trois nouveaux parcs en bords de Loire. Le secteur est exposé aux risques d'inondation par débordement de la Loire, mais aussi à des inondations par ruissellement, potentiellement plus fréquentes. Pour prévenir les phénomènes de ruissellement par saturation des réseaux de gestion des eaux pluviales, le zonage pluvial du PLU intercommunal (PLUm) impose sur l'île de Nantes pour les nouveaux projets, l'abattement d'une lame d'eau de 16 mm en 24 h. Le projet y répond en proposant plusieurs types d'aménagement permettant l'infiltration des "petites" pluies à la parcelle, ainsi que la gestion des pluies exceptionnelles (d'occurrence 30 ans). Parmi les solutions préconisées par l'assistant à maîtrise d'ouvrage (l'agence Urbanwater), on trouve notamment la circulation gravitaire des eaux pluviales et la gestion des eaux pluviales à ciel ouvert (création de caniveaux végétalisés, "rivière sèche", etc.), la désimperméabilisation avec l'usage de sols poreux, le stockage des eaux pluviales en toiture (avec des hauteurs de substrat de minimum 20-30 cm), afin d'infiltrer au maximum les eaux en amont et éviter les risques de pollution dus à l'infiltration. Pour gérer les pluies exceptionnelles, l'objectif est d'avoir une faible hauteur d'eau sur les mails (1 ou 2 cm pour les pluies 30 ans et 3-4 cm pour la pluie 100 ans). La gestion des eaux pluviales à ciel ouvert privilégie des espaces de pleine terre en cœur de lot par exemple, ou dans le parc public. Cette "trame de l'eau" est multifonctionnelle, car elle est associée à une "trame verte" pour renforcer la biodiversité du site et créer un nouveau paysage urbain.

Pour en savoir plus :

https://metropole.nantes.fr/territoire-institutions/projet/grands-projets/ouest-ile-nantes

L'OBJECTIF DE « ZÉRO ARTIFICIALISATION NETTE » À HORIZON 2050 CONTRIBUE À RÉDUIRE LES RUISSELLEMENTS

L'idée de limiter l'artificialisation des sols a notamment progressé au cours des années 2000, avant de se voir affirmée par la Commission européenne dans "la feuille de route pour une Europe efficace dans l'utilisation des ressources" publiée le 20 septembre 2011, puis au niveau français dans le plan biodiversité du 4 juillet 2013, et dans la convention citoyenne pour le climat, à travers l'objectif de "Zéro artificialisation nette" (ZAN) d'ici 2050.

Cet objectif a été introduit dans le code de l'urbanisme par la loi n° 2021-1104 du 22 août 2021, dite loi Climat et résilience, "Portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets", qui pose pour la première fois des objectifs chiffrés en termes d'artificialisation des sols. L'article L. 101-2 du code de l'urbanisme précise désormais que "Dans le respect des objectifs du développement durable, l'action des collectivités publiques en matière d'urbanisme vise à atteindre les objectifs suivants : 6° bis La lutte contre l'artificialisation des sols, avec un objectif d'absence d'artificialisation nette à terme".

La loi a plus précisément fixé une trajectoire de réduction progressive avec :

- une première étape qui consiste à réduire de moitié la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers, pour la décennie 2021-2031, par rapport à la consommation observée sur la décennie précédente ;
- une seconde étape qui consiste à fixer des objectifs de réduction de l'artificialisation nette des sols par tranche de dix années, soit lors d'une deuxième tranche de 2031 à 2040, puis d'une troisième tranche de 2041 à 2050.

Cet objectif s'applique aux documents de planification territoriale tels que les SRADDET dont les contenus devront être rendus compatibles avec la loi d'ici le 22 novembre 2024, ainsi que les SCOT et les PLU(i), rendus compatibles avec les objectifs du SRADDET dans un délai respectivement de 5 et 6 ans.

Pour atteindre cet objectif de sobriété foncière, plusieurs types d'actions sont possibles :

- limiter l'artificialisation nouvelle des sols en densifiant l'urbanisation et en privilégiant la rénovation du bâti ;
- réduire l'impact des nouveaux aménagements en employant des techniques de construction adaptées et en mobilisant les outils de l'urbanisme permettant de réduire l'imperméabilisation des sols dans les documents d'urbanisme ;
- "renaturer" ou "désartificialer" le sol, en faisant des actions ou des opérations de restauration ou d'amélioration de la fonctionnalité d'un sol.

La loi dite «Climat et résilience» confère également une assise juridique à la stratégie nationale des aires protégées dont l'un des objectifs est de couvrir au moins 30% du territoire national et des espaces maritimes français. Cette stratégie vise "la protection de l'environnement et des paysages, à la préservation et la reconquête de la biodiversité, à la prévention et à l'atténuation des effets du dérèglement climatique ainsi qu'à la valorisation du patrimoine naturel et culturel des territoires."

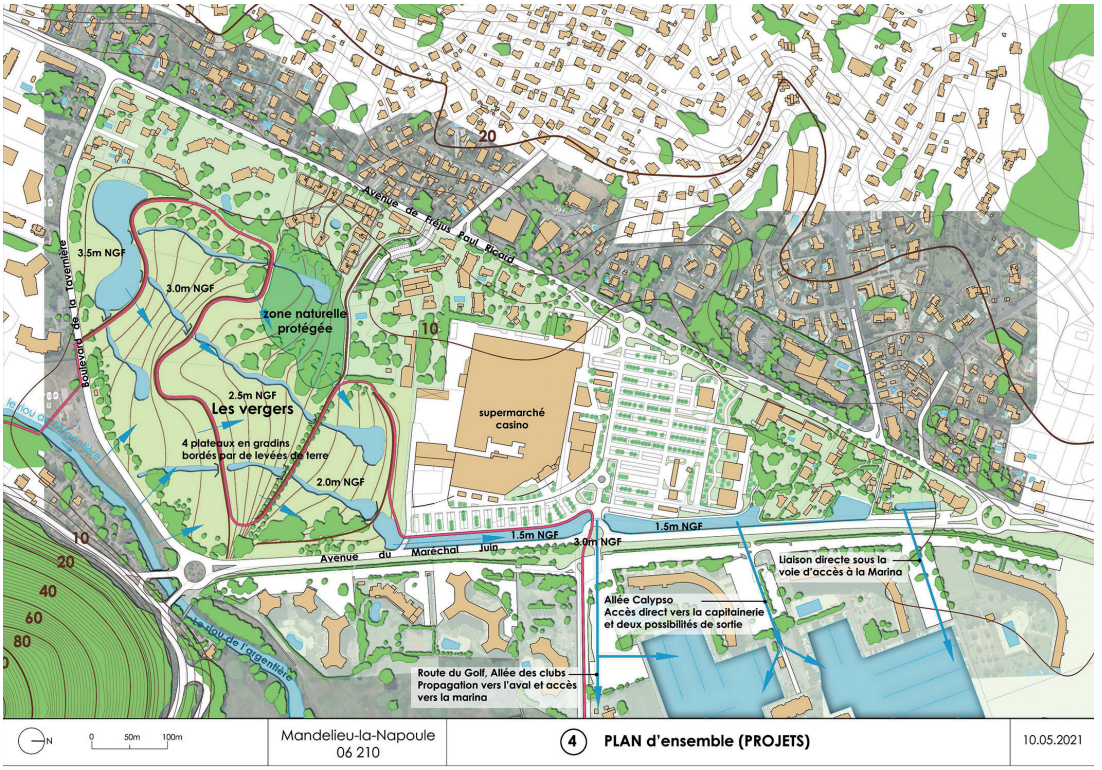
LA DÉMARCHE DE RENOUVELLEMENT URBAIN D'UN QUARTIER DE MANDELIEU-LA-NAPOULE (ALPES-MARITIMES)

La ville de Mandelieu-la-Napoule connaît régulièrement des inondations rapides et violentes par débordements du Riou et de la Siagne, souvent conjugués à des phénomènes de ruissellements, dont les dernières datent de 2015 (8 décès), 2019, 2023 et 2024.

Elle est engagée dans le PAPI Cannes Lérins porté par la communauté d'agglomération Cannes Pays de Lérins, dans lequel plusieurs actions de restauration du lit naturel des cours d'eau sont prévues, pour valoriser les zones d'expansion des crues. C'est notamment le cas du secteur des vergers de Minelle, qui est exposé aux débordements rapides du Riou de l'Argentière. L'enjeu est fort pour le maire de la commune qui souhaite limiter les risques pour ses habitants et trouver une alternative pour réduire la vulnérabilité de ce quartier.

Le choix retenu est de préserver ce secteur pour en faire une zone de réduction de la vulnérabilité destinée à plusieurs usages (naturel, agricole et de loisirs) en plein centre-ville. Il résulte d'un arbitrage entre la Ville, la Communauté d'agglomération, les services de l'État (DDTM et DREAL), l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse et le groupe Casino qui est propriétaire des terrains. Ce dernier a accepté l'acquisition par la Ville de 13,4 ha de terrains, permettant ainsi de réaliser une zone d'expansion de crue dans une zone urbaine dense.

Le maire a été accompagné par le bureau d'architecture Éric Daniel-Lacombe pour concevoir l'aménagement du site. Ce dernier a proposé plusieurs dessins en cherchant à réduire la présence d'ouvrages hydrauliques, conserver la circulation de l'eau en renaturalisant les berges du Riou, préserver les zones humides tout en s'appuyant sur la richesse paysagère du site (le volcan Mont San Peyre). L'objectif est de redonner plus de place à la nature en ville et de réduire l'imperméabilisation, ce qui pourrait être assimilé à une SfN.



Plan d'ensemble du projet de Mandelieu-la-Napoule. © EDL

La place de la "nature" dans l'aménagement

Les actions intégrant des SfN invitent à intégrer davantage la présence de la nature dans nos sociétés et posent la question du "vivre avec la nature". Ainsi, ce n'est pas uniquement la réduction du phénomène d'inondation mais également la place de l'eau et de la biodiversité, sur le territoire au sein des politiques d'aménagement qui doivent être redéfinies.

Inciter les collectivités à se lancer dans des SfN signifie aussi leur proposer de nouvelles façons d'aménager et de ménager leur territoire. Au-delà des cartes de zones inondables, de plans d'aménagement, le fait de dessiner de nouveaux paysages urbains ou ruraux intégrant des solutions plus "naturelles" peut aussi donner envie aux élus d'aménager différemment leur territoire. Cela nécessite néanmoins d'accorder du temps à cette acculturation des élus et de leurs services, pour leur donner les clés de compréhension et les moyens d'intégration de la dimension "nature" dans la conception de l'aménagement.

Si le projet de SfN ne semble pas toujours limiter les effets d'une inondation importante, la réduction des évènements fréquents, de moindre ampleur constitue déjà un bénéfice non négligeable pour le territoire.

Ce type de projet participe à réduire la vulnérabilité du territoire pour des évènements fréquents et joue un rôle dans la sensibilisation aux effets du changement climatique. Il a également une valeur d'exemple pour d'autres collectivités qui souhaiteraient s'adapter aux effets du dérèglement climatique. En effet, malgré les incertitudes, une augmentation des évènements fréquents pourrait se produire sur bon nombre de territoires invitant les collectivités à réfléchir à l'intégration de la nature dans les projets d'aménagement.

ATTENTION

Les aménageurs peuvent créer des projets favorables au développement de la biodiversité, mais, de manière générale, cette dernière est soit introduite trop tard dans le processus, soit elle disparaît au fur et à mesure de l'avancement du projet. Ainsi, lorsque le projet s'avère trop coûteux ou trop contraignant (foncier indisponible, opposition des riverains, etc.), c'est souvent le volet biodiversité qui est atténué, voire supprimé.

***La biodiversité disparaît très souvent des projets** et à tendance à devenir un simple "verdissement" de l'opération projet, sans plus-value réelle pour les écosystèmes ce qui constitue pourtant le principe d'une SfN.*

***Pour conjuguer présence de l'eau (y compris dangereuse) et de la biodiversité avec prise en compte des risques d'inondation, au sein des projets d'aménagement, il faut généralement faire évoluer la perception du risque sur le territoire. À ce titre, les SfN ont une portée pédagogique intéressante car elles permettent de reconnecter les habitants à la culture du risque.** Perçue pendant longtemps comme nuisible et contraignante, la présence de l'eau présente pourtant des qualités (paysagère, rafraîchissement, habitat favorable à la biodiversité, cadre de vie amélioré ...) qui répondent souvent à une demande des habitants. Tout l'enjeu réside donc dans le fait de rendre l'eau "visible" dans un quartier ou une ville, pour que ces habitants s'approprient ce paysage et qu'il s'impose comme une évidence, voire comme un bénéfice au quotidien.*

LA MAÎTRISE FONCIÈRE POUR RÉDUIRE LES RISQUES D'INONDATION (GOLFE DE SAINT-TROPEZ, VAR)

Le territoire de la Communauté de communes du Golfe de Saint-Tropez (12 communes) est soumis aux débordements soudains des fleuves côtiers (surtout Giscle et Préconil) et au ruissellement. La majeure partie des enjeux se concentre sur le littoral. La Com Com exerce la compétence GEMAPI en régie et couvre la totalité des bassins versants dont l'exutoire est situé sur le territoire.

Pour mettre en œuvre les aménagements réduisant les risques, l'EPCI a défini une stratégie foncière dans le PAPI qui cadre ses actions auprès des partenaires (SAFER, chambres d'agriculture). Un assistant à maîtrise d'ouvrage foncière a accompagné la collectivité pour participer à la négociation avec les propriétaires des terrains où l'EPCI doit intervenir. Chaque cas étant particulier, il mobilise tous les outils pour disposer du foncier, conduire les investigations préalables (inventaires naturalistes et investigations géotechniques), faire les travaux : acquisition amiable, expropriation, conventions d'occupation pour aménagement/pour travaux signées sous seing privé ou non, servitudes, etc.

Pour favoriser le dialogue, des fiches personnalisées "sur mesure" ont été réalisées à l'échelle de l'emprise parcellaire du propriétaire concerné, pour expliquer les contraintes foncières du projet final s'appliquant à leurs terrains et les contraintes des études préalables nécessaires (passage du géomètre, étude faune/flore, études géotechniques, etc.).

ANTICIPER LA QUESTION DU FONCIER

Les stratégies foncières recouvrent un large panel d'actions, allant des outils d'aménagement aux outils de l'action foncière (acquisition, expropriation). Ces stratégies impliquent d'identifier en premier lieu les propriétaires des terrains concernés par un projet d'aménagement pour la prévention des risques d'inondation.

Les outils à disposition des collectivités territoriales pour intervenir sur des parcelles privées peuvent être de plusieurs ordres :

- *la déclaration d'intérêt général (DIG)* : pour permettre à une collectivité d'intervenir sur des parcelles privées, en particulier pour l'entretien courant et la gestion de la rivière et de ses abords.
- *les servitudes* : certaines sont bien connues telles que la servitude de passage, la servitude de surinondation, tandis que d'autres sont plus récentes et peu expérimentées, notamment la servitude de défense contre les inondations et contre la mer (ou "servitude GEMAPI") qui permet d'intervenir pour l'entretien des ouvrages.
- *les conventions* : de gestion, de superposition d'affectation (en cas de multiples usages).
- *la servitude conventionnelle* : convention appliquée à une parcelle, signée entre le propriétaire et la collectivité.
- *les autorisations d'occupation temporaires* : peuvent être mises en œuvre sur des ouvrages du domaine public[26].

LES CONVENTIONNEMENTS SPÉCIFIQUES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Des outils contractuels existent pour permettre de lier une collectivité et un propriétaire privé, notamment les baux ruraux environnementaux et les obligations réelles environnementales. Ces types de conventions présentent l'avantage de sécuriser dans le temps les engagements environnementaux et de pérenniser des situations en faveur de la préservation de la biodiversité.

Le bail rural environnemental (BRE) est un contrat de bail conclu entre un propriétaire (par exemple une collectivité) et un locataire (agriculteur par exemple) qui peut comporter des clauses environnementales spécifiques, comme par exemple l'interdiction de faire disparaître des haies, talus ou arbres etc. Il est issu de la *Loi n° 2006-11 du 5 janvier 2006 d'orientation agricole* et vise à développer l'agroécologie. En cas de non-respect de

26 - Pour en savoir plus, consulter le guide : CEPRI, Les ouvrages de protection contre les inondations - S'organiser pour exercer la compétence GEMAPI et répondre aux exigences de la réglementation issue du décret du 12 mai 2015, 2017.

ces clauses par le preneur, le bail est résilié.

Cet outil pourrait être utilisé pour favoriser le recours aux SfN pour prévenir les risques d'inondation dans les zones rurales :

"[...] Des clauses visant au respect par le preneur de pratiques ayant pour objet la préservation de la ressource en eau, de la biodiversité, des paysages, de la qualité des produits, des sols et de l'air, la prévention des risques naturels et la lutte contre l'érosion, y compris des obligations de maintien d'un taux minimal d'infrastructures écologiques, peuvent être incluses dans les baux dans les cas suivants : - pour garantir, sur la ou les parcelles mises à bail, le maintien de ces pratiques ou infrastructures [...]" ***(art.L.411-27 du Code rural et de la pêche maritime).***

Par ailleurs, *l'obligation réelle environnementale (ORE)* est un autre outil facilitateur pour la mise en œuvre de SfN. Créé par la loi n° 2016-1087 du 8 août 2016 relative à la reconquête de la biodiversité, il s'agit d'une convention signée entre un propriétaire et une personne morale de droit public ou privé pour la préservation de la biodiversité. Elle permet de créer des obligations à la charge du propriétaire :

"Les propriétaires de biens immobiliers peuvent conclure un contrat avec une collectivité publique, un établissement public ou une personne morale de droit privé agissant pour la protection de l'environnement en vue de faire naître à leur charge, ainsi qu'à la charge des propriétaires ultérieurs du bien, les obligations réelles que bon leur semble, dès lors que de telles obligations ont pour finalité le maintien, la conservation, la gestion ou la restauration d'éléments de la biodiversité ou de fonctions écologiques. Les obligations réelles environnementales peuvent être utilisées à des fins de compensation [...]." ***(art. L.132-3 du Code de l'environnement).***

LA PLANTATION DE HAIES SUR LE BASSIN VERSANT DE LA LÈZE (ARIÈGE, HAUTE-GARONNE)

Porteur du projet : Syndicat mixte interdépartemental de la vallée de la Lèze (SMIVAL)

Financeurs et budget : 317 000 € (Région Occitanie, Département de la Haute-Garonne, Département de l'Ariège, État, Agence de l'eau Adour Garonne)

Calendrier : 2008-2019

Le bassin versant de la Lèze est très exposé aux ruissellements et coulées de boues, responsables de dégâts significatifs sur les habitations et voiries ces dernières années. En 1980, le territoire comptait environ 1 200 km de haies linéaires, mais 300 km ont disparu au cours des 30 dernières années, accentuant les problèmes de ruissellement et augmentant la vitesse d'écoulement des eaux. Dans le cadre du premier PAPI de la vallée de la Lèze, le SMIVAL a mis en place un programme visant à inciter les propriétaires et exploitants à adopter des mesures correctives, telles que la plantation de haies, dans les zones les plus sensibles au ruissellement. Grâce à un travail de concertation important, ce programme a permis l'implantation de 30 km de haies brise-crue. Néanmoins, en zone inondable, ces haies peuvent constituer des pièges à embâcles, ce qui justifie la poursuite de la concertation avec la profession agricole dans le cadre du prochain PAPI. La question foncière constitue un enjeu majeur pour l'implantation de haies sur des parcelles agricoles. Pour chaque nouvelle plantation inscrite dans le PAPI de la Lèze, quatre options de maîtrise foncière ont été proposées :

- une convention entre le propriétaire et le SMIVAL : il s'agit de la solution la plus simple, généralement retenue, qui engage l'exploitant par convention à maintenir la haie sur le long terme ;
- une servitude inscrite au registre des hypothèques qui implique également l'exploitant dans l'entretien de la haie ;
- une location ;
- une acquisition.

Les plantations ont été réalisées dans le cadre de déclarations d'intérêt général (DIG) initialement annuelles, avant l'obtention d'une DIG pluriannuelle.

Pour en savoir plus :

https://www.smival.fr/inondations/les-haies-brise-crue/l-etude-de-localisation-des-haies

Ces outils dédiés à la protection de la biodiversité et à la prévention des risques naturels peuvent être mis en œuvre pour assurer la réalisation et la pérennité d'une SfN, en particulier en zone rurale.

L'ACQUISITION AMIABLE ET L'EXPROPRIATION

Pour devenir propriétaire d'un terrain, une collectivité peut recourir à l'acquisition amiable ou l'expropriation, cette dernière étant plutôt réservée à des situations d'échec de la procédure d'acquisition amiable.

Ces deux outils peuvent mobiliser un financement par le Fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM) à 100 %, lorsque les terrains sont exposés aux risques d'inondation suivants :

- crue torrentielle ou submersion marine (pas possible pour les crues lentes),
- menace grave pour les vies humaines,
- absence de solutions alternatives moins coûteuses.

Suite à une inondation, une personne publique peut se porter acquéreur d'un bien sinistré à plus de 50 % de la valeur vénale et bénéficier du Fonds pour la Prévention des Risques Naturels Majeurs (FPRNM).

LA STRATÉGIE FONCIÈRE D'ACQUISITION DE ZONES HUMIDES SUR LE BASSIN DU LOING (LOIRET, SEINE-ET-MARNE)

L'EPAGE du Loing, créé à la suite des inondations de 2016, couvre 4 000 km², réparti sur trois régions et trois départements, et regroupe 18 EPCI-FP. Il gère la GEMAPI sur 3 000 km de cours d'eau.

Deux secteurs à forts enjeux de l'Ouanne font depuis 2016 l'objet d'une stratégie de préservation et de restauration des zones d'expansion des crues (ZEC), inscrite au PAPI : recensement des zones naturelles, mesures pour préserver ces espaces et élaborer une stratégie de restauration des ZEC, acquisition de 272 ha. Une convention signée avec les chambres d'agriculture en 2021 renforce cette démarche.

En 2024, l'EPAGE possède déjà 161 ha dans les lits mineurs et majeurs, acquis à l'amiable sans expropriation. Des Obligations Réelles Environnementales permettent à certains agriculteurs de continuer à exploiter ces parcelles en ZEC, sinon des conventions de 3 ans sans loyer à bénéfice mutuel. France Domaine a fixé un prix de 5 K€ / ha. Prochainement l'EPAGE utilisera le barème indicatif de la valeur vénale moyenne des terres agricoles fixé par arrêté ministériel. Des propriétaires refusant de vendre se sont accordés verbalement sur la préservation des ZEC.

Le Conservatoire d'Espaces Naturels gère des parcelles par bail emphytéotique. La SAFER se charge de l'animation foncière. Les maires jouent un rôle crucial dans ces projets, valorisant leur commune grâce à ces aménagements et allant parfois eux-mêmes à la rencontre des propriétaires. Fort de son succès dans la vallée de l'Ouanne, l'EPAGE cherche désormais à étendre cette stratégie d'acquisition et de préservation à d'autres secteurs du bassin versant.

Pour aller plus loin :

https://www.epageloing.fr/index.php/outils-contractuels/strategie-fonciere-d-acquisition

La maîtrise du foncier est une étape importante dans la mise en œuvre des SfN. Dans la plupart des cas, acquérir les terrains assure à la collectivité d'intervenir de façon pérenne et évite des procédures chronophages (renouvellement de la demande de DIG ou des conventions en cas de changement de propriétaire). C'est une charge supplémentaire pour l'acquisition puis l'entretien dans la durée.

En fonction du projet réalisé, la maîtrise du foncier peut cependant être plus ou moins complexe et exiger un niveau de technicité élevé. Par conséquent, il peut être pertinent pour la collectivité de se faire accompagner par une assistance à maîtrise d'ouvrage, y compris pour ne pas se retrouver en première ligne dans la négociation avec les propriétaires.

FINANCER LES SfN

Le coût est très variable d'une SfN à une autre. Il peut dépendre de plusieurs facteurs :

- *L'échelle à laquelle la SfN est réalisée :* limitée à un quartier, quelques hectares, voire au niveau du bassin versant.
- *Le secteur géographique ou le degré d'urbanisation :* zone soumise à une forte pression foncière, dans les secteurs littoraux ou dans les milieux urbanisés notamment.
- *La maîtrise foncière du site :* si le porteur du projet n'est pas propriétaire des terrains sur lequel il a prévu de réaliser une SfN et qu'il souhaite les acquérir, le coût global pourra être d'autant plus important en fonction du secteur géographique.
- *Les caractéristiques du projet lui-même :* à titre d'exemple, la préservation d'un méandre de rivière sans aménagement spécifique sera moins coûteuse qu'une opération d'arasement d'ouvrage pour restaurer la capacité d'écoulement de la rivière avec éventuellement la création d'un nouveau méandre.

La Mission économie de la biodiversité de la Caisse des dépôts et consignations a réalisé une étude sur les financements mobilisables pour les SfN accessible sur son site internet : https://www.caissedesdepots.fr/actualites/cdc-biodiversite-financer-solutions-adaptation-fondees-sur-nature

Exemples de coûts d'actions pouvant s'apparenter à des SfN :

Action	*Maître d'ouvrage*	*Coût*	*Co-financeurs*
Pour le débordement de cours d'eau			
Suppression des plans d'eau permanents et renaturation de la rivière	SIAVB	800 000 € TTC (renaturation)	80 % Agence de l'eau Seine Normandie, Département de l'Essonne
Opération de revitalisation (conception, maîtrise foncière, travaux)	EPTB Vistre Vistrenque	1 M€ par km	80 % Agence de l'eau RMC dans le cadre du contrat de revitalisation 2018-2020
Restauration d'une zone humide	Communauté d'agglomération Seine Eure	1,7 M€ HT dont 500 000 € d'aménagement de pontons sur 10 ha	70 % Agence de l'eau Seine Normandie, Région, Département de l'Eure
Remise à ciel ouvert d'un cours d'eau	Métropole du Grand Nancy	4 M€ HT Hors acquisitions foncières	40 % Agence de l'eau Rhin Meuse et l'UE (Feder)
Pour la submersion marine			
Pose de fils lisses sur un cordon dunaire + poteaux	Communauté de communes Océan Marais de Monts	10 € par mètre linéaire	Observatoire du littoral, Région, État, UE
Création d'un cordon dunaire	Commune du Grau du Roi	2,4 M€ Consolidation et réfection d'un cordon dunaire, restauration du massif dunaire voisin et travaux complémentaires	78 % Département du Gard, Région, UE
Pour le ruissellement			
Plantation de haies	SMIVAL	317 000 € pour 30 km	Agence de l'eau Adour Garonne, État, Région, Département, UE (Feder)

Les collectivités peuvent bénéficier de co-financements lorsqu'elles mettent en œuvre des actions assimilées à des SfN de la part des départements, des régions, de l'État et de l'Union européenne, le plus souvent via les fonds FEDER ou FEADER[27].

LES AIDES DES COLLECTIVITÉS ET DE L'ÉTAT

Une collectivité qui souhaite se lancer dans un projet de SfN pour prévenir les inondations peut bénéficier d'aides financières d'autres collectivités et de l'État :

- les aides départementales : en particulier à travers la compétence gestion des Espaces Naturels Sensibles (ENS).
- les aides régionales (à travers les Contrats de projet État-Région, les programmes régionaux),
- la participation de l'État via des contrats de plan État-Région (CPER) ou les Plans Fleuves,
- la participation de l'État via des programmes spécifiques tels les CRTE contrats pour la réussite de la transition écologique, outil de mise en œuvre au niveau le plus fin d'une planification territorialisée d'adaptation au changement climatique ou encore '"Action cœur de ville", lancé en 2017, qui a pour objectif la revitalisation des villes moyennes[28].
- le recours au Fonds National d'Aménagement et de Développement du Territoire (FNADT)[29], aux aides de l'Agence Nationale de la Cohésion des Territoires[30], etc.
- La Banque des Territoires apporte des Aquaprêts, au taux du livret A et sur une durée de 25 à 40 ans. Ce prêt permet au Gemapien de financer sa quote-part d'un programme d'action, en étalant son coût dans le temps, ce qui permet de dimensionner

LA BANQUE DES TERRITOIRES ACCOMPAGNE LA PRÉVENTION DES INONDATIONS À TRAVERS LES AQUAPRÊTS DÉDIÉS AU FINANCEMENT DE LA GEMAPI

L'Aquaprêt est proposé au taux du livret A sur une durée de 25 à 40 ans. L'enveloppe a été portée à 2 Mds €. La Banque a ainsi apporté 34 M€ en 2019 et 20 M€ en 2020, à un programme de la Métropole du Grand Paris de 108 M€ sur la période 2019-2023. Il comportait la renaturation, restauration ou réouverture de plusieurs cours d'eau dont la Bièvre, les travaux du casier de la Bassée (ouvrage écrêteur de crue) et le confortement et l'entretien de 100 km de digues et de murettes. La Banque a aussi contracté un prêt sur 40 ans d'un montant de 1,7 M€ pour l'aménagement de la Chiers dans la traversée de Longwy (remise à ciel ouvert, reprise et modelage des berges, renaturation et reméandrage du lit de la rivière, pour une meilleure expansion des crues). Ce prêt représente 27 % du budget total, le reste étant couvert par des subventions. Elle a signé aussi un partenariat avec Auray Quiberon Terre Atlantique pour cofinancer un poste de chargé de projet et les études nécessaires à l'élaboration du programme de travaux de l'EPCI vis-à-vis de la prévention des inondations et la gestion du trait de côte. Elle accompagne ainsi l'émergence d'un projet.

27 - Le fonds européen de développement régional (FEDER) intervient dans le cadre de la politique de cohésion économique, sociale et territoriale. Il a pour vocation de renforcer la cohésion économique et sociale dans l'Union européenne en corrigeant les déséquilibres entre ses régions.
Le fonds européen agricole pour le développement rural (FEADER) intervient dans le cadre de la politique de développement rural. Il s'agit du second pilier de la politique agricole commune (PAC).
Pour approfondir : https://www.europe-en-france.gouv.fr/fr/fonds-europeens.
28 - CRTE : une 2° génération de CRTE va voir le jour en 2025 à la suite de l'instruction du 30 avril 2024. ACV : 245 communes sur 232 territoires métropolitains et ultramarins sont concernées par ce plan d'investissement public, qui doit permettre d'améliorer les conditions de vie des habitants et de conforter le rôle de moteur de ces villes qui connaissent parfois des difficultés d'attractivité, de logements dégradés ou de vacance commerciale.
29 - En investissement comme en fonctionnement, le FNADT finance les actions qui concourent à mettre en œuvre les choix stratégiques de la politique d'aménagement du territoire, notamment l'attractivité des territoires (préservation des milieux naturels et des ressources ou à favoriser la mise en valeur du patrimoine naturel, social ou culturel) ou encore les actions innovantes ou expérimentales dans le domaine de l'aménagement et du développement durable.
30 - "Petites villes de demain" est un exemple de programmes de l'ANCT dans lequel il est possible de développer des SfN. Il a pour objectif de renforcer les moyens des élus des villes et leurs intercommunalités de moins de 20 000 habitants.

la taxe Gemapi quand la collectivité souhaite la mobiliser. La Banque finance et accompagne aussi l'ingénierie territoriale et les études nécessaires à l'élaboration des programmes.

LE FONDS BARNIER ET LES PAPI

Le Fonds Barnier ou Fonds pour la Prévention des Risques Naturels Majeurs est dédié à la prévention des risques naturels, dont les risques d'inondation. Il peut être utilisé par des collectivités qui réalisent des actions fondées sur la nature à certaines conditions.

Ces actions doivent avoir pour objectif la prévention du risque d'inondation. Elles sont généralement inscrites dans un Programme d'Action de Prévention des Inondations (PAPI) et répondent aux exigences du cahier des charges PAPI 3 2021[31].

Existant depuis 2002, les PAPI sont des outils de contractualisation entre l'État et les collectivités territoriales, permettant le financement et la mise en œuvre d'une politique globale de gestion du risque d'inondation, menée à l'échelle d'un bassin de risque.

Les actions fondées sur la nature pour prévenir les risques d'inondation ont pour objectif la réduction de l'aléa. À ce titre, elles peuvent rentrer dans l'axe 6 du cahier des charges PAPI 3, qui concerne les mesures structurelles de ralentissement des écoulements. Par exemple : la "suppression de points noirs hydrauliques" (élargissement de ponts, de buses…), le recalibrage de cours d'eau, la définition des travaux visant à coupler la gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations, la restauration de zones naturelles d'expansion des crues, de l'espace de mobilité des cours d'eau, d'annexes hydrauliques, de zones humides ou encore la suppression de seuils.

Le financement par le FPRNM intervient à condition que les actions soient réalisées sous la maîtrise d'ouvrage d'une collectivité territoriale, et que les communes concernées soient couvertes par un plan de prévention des risques (PPR) approuvé ou prescrit.

Les types d'actions financées sont :

- *les études*, financées à 50 %, et *les travaux*, financés à 40 % si le PPR est prescrit, ou 50 % si le PPR est approuvé.
- *les études opérationnelles, les acquisitions foncières* indispensables pour la réalisation de l'opération, ainsi que *les dépenses de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre.*
- les travaux visant à réduire le risque de ruissellement par des méthodes douces (noues, fossés, fascines…) ainsi que *les études opérationnelles et acquisitions associées* peuvent également bénéficier de ces mêmes taux de financement.

En revanche, les actions qui visent à réduire le risque d'érosion sur le littoral ne peuvent pas être financées par le FPRNM, mais peuvent éventuellement l'être par l'État via le Budget opérationnel de programme (BOP) 113 "Paysages, eau et biodiversité".

LA PLANTATION DE HAIES BRISE-CRUES DANS LA VALLÉE DE LA LÈZE (SMIVAL)

Le syndicat mixte interdépartemental de la vallée de la Lèze (SMIVAL) a inscrit la plantation de haies brise-crues dans un Programme d'actions pour la prévention des inondations sur la période 2006-2016 et les coûts externes de la plantation de 30 km de haies s'élèvent à 317 000 € sur 10 ans. (Description complète p. 52)

Avec la fin de la DIG pluriannuelle et la baisse des co-financements, le dispositif de plantation sous maîtrise d'ouvrage du syndicat s'est interrompu et d'autres dispositifs ont pris le relais, même s'ils sont potentiellement moins incitatifs, notamment les fonds de financement pour les territoires ruraux et les dispositifs proposés par les associations de planteurs de haies.

31 - Le cahier des charges PAPI 3 2021 est entré en vigueur au 01/01/2021.

LES AIDES DES AGENCES DE L'EAU

Dans le cadre de leurs programmes d'intervention, les Agences de l'eau peuvent accorder des subventions ou des avances sans intérêt aux collectivités territoriales. Ces aides peuvent concerner notamment : l'élaboration de stratégies, la réalisation des études préalables, des travaux de restauration de zones d'expansion des crues et de cours d'eau, des travaux d'aménagement d'hydraulique douce dans les bassins versants ruraux, la gestion intégrée de l'eau et de la nature en milieu urbain, des acquisitions foncières, etc.

Les contrats de rivière, de milieux ou de baie : il s'agit d'un contrat technique et financier entre les acteurs présents sur un territoire (bassin versant, façade littorale), qui fixe des objectifs concernant la préservation et l'amélioration de la qualité des eaux, la gestion de manière équilibrée de la ressource en eau, la valorisation des milieux aquatiques et la prévention des risques d'inondation. Il définit des objectifs et un programme d'actions à mettre en œuvre pour les atteindre.

Les Paiements pour services environnementaux (PSE) sont aussi portés par les agences et l'État. Ils rémunèrent les agriculteurs pour des pratiques respectueuses de l'environnement, visant prioritairement à préserver la biodiversité et les ressources en eau et à contribuer à l'atténuation du changement climatique et l'adaptation des exploitations agricoles au changement climatique. Chaque agriculteur est rémunéré en fonction de l'atteinte de résultats observés chaque année sur la totalité de l'exploitation. Il doit donc réfléchir aux moyens à mettre en œuvre pour faire évoluer de manière cohérente la globalité de son système de production. La rémunération valorise les services rendus par le maintien et la gestion durable de l'existant (prairies permanentes, haies…) et les services liés à la transition écologique de l'exploitation (évolution du système de production, création de haies…). Les projets collectifs territoriaux, découlant d'une étude de préfiguration, sont retenus à l'issue d'un appel à manifestation d'intérêt, lancé par chacune des Agences de l'eau. 179 projets sont en cours, sur 130 territoires, touchant environ 3500 agriculteurs et représentant 170 M€ de PSE.

Plusieurs de ces projets mentionnent explicitement un objectif de réduction des ruissellements, des coulées de boues ou des inondations, par exemple sur les «bassins versants à risque» du PSE de la Com com Haut Chemin-Pays de Pange, ou les bassins à risque de coulées de boue sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg ou de Mulhouse Alsace Agglomération, ou sur la commune d'Alembon avec ses deux vallées étroites et pentues soumises à de fréquents ruissellements qui contribuent aux inondations à l'aval sur la Hem (PNR Cap et Marais d'Opale), ou encore du réseau de mares et mouillères du plateau de Cernay-Limours porté par le PNR Haute Vallée de Chevreuse (78), ou encore sur le territoire du Midour ou du Né (Institution Adour).

Si les agences de l'eau soutiennent habituellement des mesures telles que la préservation et la restauration des milieux aquatiques (jusqu'à 70%) ou encore l'effacement d'obstacles à la continuité écologique, elles publient régulièrement des *appels à projets* pour favoriser l'émergence de nouveaux projets et de solutions innovantes.

QUELQUES AIDES FINANCIÈRES DÉDIÉES À LA PRÉSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ ET/OU AUX SfN

Le programme Nature 2050 : relève de CDC Biodiversité qui est une filiale de la Caisse des Dépôts entièrement dédiée à l'action en faveur de la biodiversité. "Nature 2050" est un programme d'action visant à renforcer non seulement l'adaptation des territoires au changement climatique à l'horizon 2050, mais aussi la préservation et la restauration de la biodiversité par la mise en œuvre de Solutions fondées sur la Nature. Il s'adresse à toutes les collectivités métropolitaines ou ultramarines. L'action réalisée doit être pérenne jusqu'en 2050 et faire l'objet d'un suivi et d'une évaluation.

Par ailleurs, *l'Office français de la biodiversité (OFB) et l'ADEME* lancent régulièrement des appels à projets liés aux Solutions fondées sur la Nature, à la biodiversité et/ou aux milieux aquatiques destinés aux collectivités.

LES AIDES DE L'UNION EUROPÉENNE

Le programme Life, l'instrument financier pour l'environnement, est un programme défini et financé par l'Union européenne qui concerne spécifiquement l'environnement, la conservation de la nature et l'action pour le climat. Il vise à améliorer l'élaboration, la mise en œuvre et l'application de la législation environnementale et l'action climatique, ainsi qu'à catalyser et promouvoir l'intégration politique et financière des objectifs de l'action environnementale et climatique dans d'autres politiques européennes et dans la pratique des entités publiques et privées[32]. 290 M€ ont été approuvés pour 132 nouveaux projets, visant à restaurer la biodiversité et à atteindre la neutralité climatique d'ici 2050.

Les programmes Interreg sont destinés à favoriser la coopération entre les régions d'Europe dans le domaine du développement régional, local et de l'environnement. Des projets liés à la prévention des inondations et aux Solutions fondées sur la Nature sont susceptibles de s'inscrire dans ces programmes. Les taux de financement varient en fonction des programmes.

L'Union européenne est aussi susceptible de financer certaines opérations via le *Fonds européen de développement régional (FEDER)*, qui intervient dans le cadre de la politique de cohésion économique, sociale et territoriale de l'UE. Il a pour vocation de renforcer la cohésion économique et sociale en corrigeant les déséquilibres entre les régions de l'UE.

LE PROGRAMME LIFE ADAPTO+

Adapto +, lancé en juillet 2024 pour quatre ans, prolonge le projet LIFE Adapto qui, de 2017 à 2022, a permis à 10 sites d'intégrer la perception sociale, l'impact sur la nature, la biodiversité et l'aléa des SfN et une analyse économique et multicritères, dans leur démarche d'adaptation au changement climatique.

Adapto + investit 15 nouveaux projets pour généraliser les méthodes d'identification des SfN adaptées au contexte et aux enjeux locaux, et sur leur mise en œuvre.

Piloté par le conservatoire du littoral, il réunit 9 partenaires et partagera les connaissances, les expériences et les outils, avec les différents acteurs de la gestion du littoral. Il vise l'adoption de cadres techniques, réglementaires ou stratégiques communs relativement souples pour appliquer plus facilement les SfN et améliorer la compréhension de ce concept par les parties prenantes.

https://www.lifeadapto.eu/

LA RENATURATION DE LA BASSE VALLÉE DE LA SÂANE (SEINE-MARITIME)

Le projet de recomposition spatiale sur la commune de Quiberville prévoit la relocalisation d'un camping et la renaturation du site (description complète en p. 33 et 35) proposée pour ce site et les aménagements prévus, ont été initiés par le Conservatoire du littoral de Normandie. Pour financer la démarche, ce dernier s'est rapproché de partenaires anglais pour monter un programme européen Interreg PACCo (Promouvoir l'Adaptation aux Changements Côtiers) achevé en 2023 (69 % de financements européens). Parmi les autres financeurs figurent l'Agence de l'eau Seine Normandie qui participe au titre de la renaturation et restauration de la zone humide, ainsi que la Région Normandie et le Département de Seine-Maritime (à hauteur de 11 %). Grâce à ces financements européens, une station d'épuration est remise aux normes, évitant les rejets non conformes pour la baignade.

32 - http://ec.europa.eu/environment/life/

5. Quels sont les **avantages** et les **pistes d'amélioration** des **SfN ?**

LES AVANTAGES DES SfN

L'atout majeur des actions fondées sur la nature est qu'elles génèrent de *multiples bénéfices*. En fonction de la façon dont est conçue une SfN, elle peut répondre à plusieurs objectifs en même temps et participer à *optimiser certains coûts*.

Par exemple, la remise à ciel ouvert d'un cours d'eau en milieu urbain coûte moins cher que l'entretien du cours d'eau canalisé car il s'agit souvent d'ouvrages anciens, qui nécessitent d'être contrôlés, consolidés voir remplacés, et se révèlent donc très coûteux à l'entretien.

Ainsi lors d'une opération d'aménagement, il peut être décidé d'éviter la construction de réseaux de gestion des eaux pluviales et de gérer les eaux pluviales et de ruissellement à ciel ouvert, afin de réduire les coûts de construction et d'entretien de nouveaux réseaux.

L'INTÉRÊT DE LA MISE EN PLACE DE PROJETS INTÉGRÉS PORTÉS PAR LE SYNDICAT MIXTE DES BASSINS HYDRAULIQUES DE L'ISÈRE (SYMBHI) : ROMANCHE SÉCHILIENNE ET ISÈRE AMONT

Dans le cadre de ces projets, les opérations de restauration de l'espace de mobilité des cours d'eau ont permis de récupérer des graviers qui ont ensuite été valorisés pour conforter les digues, autre partie des projets. Le SYMBHI a ainsi pu optimiser les coûts des travaux. (Description complète p.11)

Les bénéfices des SfN pour prévenir les risques d'inondation concernent en premier lieu *la biodiversité, la gestion des risques et l'adaptation au changement climatique*. Mais les SfN peuvent aussi produire d'autres bénéfices directs, tels que :

- *la recharge de la nappe phréatique :* une SfN qui réduit les débordements de cours d'eau ou les ruissellements, peut aussi favoriser l'infiltration dans le sol, en privilégiant la "pleine terre" ou la restauration de zones humides. Enlever les obstacles à l'infiltration de l'eau permet de rejoindre la nappe phréatique plus directement.
  Par exemple : imposer dans des projets de renouvellement urbain des coefficients de pleine terre (pas de dalle en béton sous un espace vert par exemple), recourir à des solutions de gestion des eaux pluviales végétalisées permettant l'infiltration directe de l'eau de pluie dans le sol, à l'endroit où elle tombe, sans passer par le réseau unitaire ou séparatif.
  En cas de pénurie d'eau potable, les rivières réhabilitées peuvent aussi prendre le relais des captages de sources qui peuvent être parfois en défaut.
- *la réduction du risque de sécheresse :* en raison des effets du changement climatique, certaines régions vont subir de plus en plus

régulièrement des épisodes de sécheresse et de stress hydrique. Certaines SfN, comme la restauration de zones humides, favorisent un stockage de l'eau en cas de crues et une restitution de cette eau lors de périodes d'étiage, ce qui permet de limiter ces phénomènes. La restauration de tourbières contribue également à réduire le risque de sécheresse : en fonction de sa profondeur, 1 ha de tourbière peut stocker plusieurs milliers de mètres cubes d'eau.

- *La contribution à l'objectif "zéro artificialisation nette (ZAN)" :* en privilégiant au maximum la pleine terre pour limiter l'artificialisation des sols, certaines SfN répondent à l'objectif ZAN. Il s'agit surtout des SfN qui cherchent à réduire les risques de ruissellement et réduire les effets de certains débordements de cours d'eau. Par exemple : rouvrir les cours d'eau busés en milieux urbains, préserver des zones agricoles ou naturelles de toute urbanisation, en particulier lorsqu'il s'agit de zones d'écoulements préférentiels pour les ruissellements.
- *La réduction des îlots de chaleur urbains :* créer des espaces végétalisés en ville peut contribuer à réduire les ruissellements mais apporte également un bénéfice pour limiter les effets des vagues de chaleur ou des canicules dans les espaces urbanisés. La restauration de mares, de marais, de prairies humides contribuent également à rafraîchir des secteurs urbanisés et permettent de limiter la demande en climatisation.

Par exemple, la végétalisation des cours d'école qui fait partie de programmes d'aménagement de plusieurs grandes métropoles (cours "Oasis" à Paris ou Lille notamment[33]) permet de gérer les eaux pluviales "à la source", c'est-à-dire là où l'eau tombe sur le sol. Mais elle permet aussi, en cas de vague de chaleur et de canicule, de "rafraîchir" un bâtiment grâce au phénomène d'évapotranspiration des plantes. Pour autant, pour être reconnue pleinement comme SfN, une telle végétalisation doit s'inscrire dans un projet de large ampleur, à l'échelle d'une ville entière (coulée verte, verdissement généralisé), recourant à des espèces locales et permettant une implantation et une circulation de la faune entre les différents espaces verts :

- *La réduction de la pollution :* en fonction du projet de SfN, certaines espèces végétales peuvent jouer un rôle de phyto-épuration en "dépolluant" certains milieux (diminution des nitrates et carbone organique présents dans l'eau par exemple), générant une meilleure qualité de la ressource en eau.
- *Le "piégeage" du dioxyde de carbone :* certaines SfN captent les molécules de dioxyde de carbone présentes dans l'air et les absorbent, évitant qu'elles ne se répandent dans l'atmosphère et qu'elles contribuent au réchauffement planétaire. Ainsi, au-delà de l'adaptation aux effets du dérèglement climatique, ces solutions favorisent également l'atténuation du changement climatique. Par exemple, la restauration/protection/gestion des zones humides peuvent jouer ce rôle.
- *L'embellissement du paysage et l'amélioration du cadre de vie :* malgré toute la dimension subjective que soulève la question du paysage, tant rural qu'urbain, la présence d'éléments naturels constitue un atout certain aux yeux d'une majorité d'habitants. La présence d'espaces verts, parcs, plans d'eau, proximité de la rivière, leur procurent en effet un sentiment de bien-être (fraîcheur, calme, détente, pratique d'activités sportives et récréatives, etc.)[34].

Toutefois, en milieu urbain, le bon fonctionnement des SfN est fortement lié à l'acceptation par les citoyens de ce qui peut être pris pour un ensauvagement. Cela demande d'être anticipé et nécessite de parler des réticences liées à la méconnaissance de la biodiversité et de ses apports positifs, par exemple. L'introduction de la nature en ville ne va donc "pas de soi", et nécessite d'être expliquée aux usagers pour qu'ils comprennent les objectifs liés à la mise en œuvre d'un projet de SfN.

33 - Les Cours Oasis de Paris constituent un programme de rénovation des cours de récréation des écoles et collèges parisiens pour les transformer en "oasis" : https://www.paris.fr/pages/les-cours-oasis-7389

34 - Dans le cadre d'une étude sur les freins et leviers à la mise en œuvre de Solutions fondées sur la Nature pour l'adaptation au changement climatique (SfN), le bureau d'études ACTeon et le cabinet Gece ont accompagné l'équipe du Life ARTISAN pour réaliser une enquête auprès de 303 Français (de 18 ans et plus) sur leur rapport à la nature : https://ofb.gouv.fr/le-projet-life-integre-artisan/documentation-life-artisan/artisan-etude-habitant-sur-les-obstacles

LA DÉSIMPERMÉABILISATION D'UNE COUR D'ÉCOLE À SAINT-OUEN, LOIR-ET-CHER

Porteur du projet : Commune de Saint-Ouen (Loir-et-Cher)

Financeurs et budget : 130 000 € (33% Agence de l'Eau, 34% Région, 31% Saint-Ouen, 2% CAF). Coût annuel de 1 500 € pour un rechargement en copeaux de bois.

Calendrier : 2019-2021

Réalisé durant l'été 2021, le projet de rénovation de la cour d'école élémentaire de Saint-Ouen de 2 000 m², a permis de répondre à plusieurs enjeux environnementaux, éducatifs et sociaux. Il vise à limiter le risque de saturation des réseaux d'eaux usées lors de fortes précipitations qui sont rejetées dans le Loir en cas de surcharge hydraulique, mais aussi à réduire la chaleur ressentie dans la cour et dans les bâtiments en été. Ce projet s'inscrit dans une démarche globale de désimperméabilisation engagée par la commune. La conception du projet a été collaborative et pédagogique. Avant la rentrée 2020, des réunions entre la mairie, le Conseil d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement du Loir-et-Cher (CAUE 41) et les enseignants ont permis de définir les objectifs, la méthode et les étapes du projet. Pendant l'année scolaire, le CAUE est intervenu dans les classes de CM1 et CM2 pour construire avec les élèves le diagnostic par l'intermédiaire d'enquêtes auprès de leurs plus jeunes camarades. Des ateliers ont été organisés afin de leur apprendre des notions sur le cycle de l'eau, les végétaux, la perméabilité, les échelles… Les élèves ont ensuite conçu des maquettes de la future cour en tenant compte des contraintes techniques et financières exposées par les élus. Une proposition finale, validée par les services techniques, a été retenue.

Les travaux, réalisés durant l'été pour ne pas perturber les cours, ont permis de réduire de moitié les surfaces imperméables, remplacées par des surfaces en copeaux de bois, en herbe et en gravillons. Des aménagements tels qu'un potager, une rivière artificielle et des arbres ont été ajoutés, ainsi qu'un terrain de sport et des structures de jeux.

Le mobilier de la cour a été conçu par la section menuiserie du lycée professionnel Ampère, et les plantations réalisées en partenariat avec le lycée agricole d'Areines. Cet espace demande un entretien hebdomadaire par un agent municipal, avec une participation occasionnelle des élèves, mais les bénéfices de cette transformation sont importants. La cour, autrefois monopolisée par les garçons jouant au football, offre désormais des espaces mieux partagés pour courir, jouer au ballon, discuter ou observer la nature. Les blessures ont diminué grâce à des sols souples et la résonance de la cour a été atténuée grâce aux arbres. Les zones végétalisées, qui attirent insectes et oiseaux, favorisent la biodiversité et les copeaux décomposés forment de l'humus. Les eaux de pluie, captées par des gouttières et évacuées vers un puits d'infiltration au bout de la rivière artificielle alimentée par les eaux de gouttière, évitent la surcharge des réseaux.

En été, les sols et la végétation réduisent la chaleur ressentie, et la température des classes devrait diminuer une fois que les arbres auront grandi. Les élèves, fiers de leur implication dans le projet, bénéficient d'un environnement scolaire apaisant et enrichissant, et les habitants peuvent également profiter de cet espace de fraîcheur en été.

Pour en savoir plus :

https://www.caue41.fr/actualites/retour-sur-la-visite-de-la-nouvelle-cour-decole-de-saint-ouen/

La cour d'école de Saint-Ouen. © Laure Guenet

SUR LE BASSIN VERSANT DU VISTRE (GARD)

Dans le cas de la revitalisation de la rivière Vistre (Gard) en 2003, le lycée agricole de Rodilhan a participé à la conception de l'un des sites pilotes sur le site d'exploitation du lycée. Le partenariat s'est poursuivi après les travaux : collaboration avec les enseignants pour présenter les sites aux élèves, visites thématiques, revitalisation et entretien du Buffalon par une classe du lycée encadrée par les enseignants et l'équipe verte de l'EPTB Vistre Vistrenque.

Le Syndicat organise régulièrement des visites pour présenter les opérations aux intéressés. Cette sensibilisation des habitants au fonctionnement du cours d'eau est d'autant plus importante sur un territoire où la population est en constante augmentation, et les nouveaux arrivants peu avertis des phénomènes d'inondations en contexte méditerranéen.

Des bénéfices indirects peuvent également être produits par les SfN :

- *L'amélioration de la santé :* la présence de la végétation en milieu urbain, facilitée par la présence de l'eau, permet de réduire la concentration de polluants de l'atmosphère, en agissant comme des "filtres à particules" (dioxyde de soufre, les nanoparticules, etc.), réduisant la pollution de l'air. Plusieurs retours d'expériences ont montré les bénéfices apportés par la présence d'espaces naturels en ville sur la santé des habitants[35].
- *Le développement d'activités économiques de proximité :* la présence de biodiversité peut contribuer à développer l'agriculture urbaine (ruches, production maraîchère, etc.) et certaines activités touristiques (éco-tourisme, guinguettes, etc.).
- *Le développement d'activités de loisirs :* les zones ayant fait l'objet d'un projet de SfN peuvent être des lieux de promenade, de contemplation, dédiés à des évènements culturels, au tourisme, à la chasse/pêche, à la pratique de sports nautiques sur le littoral ou dans les rivières, amenant à une appropriation de ces espaces par divers publics et valorisant le territoire où elles sont réalisées.
- *L'amélioration de l'image et de la notoriété de la collectivité :* le paysage reflète l'identité et constitue un élément du fonctionnement d'un territoire, mais aussi une source d'attractivité pour une commune. Une ville "plus verte" aura tendance à attirer davantage de nouveaux habitants. Aussi, nombreuses sont les collectivités qui mettent en avant la réalisation de SfN et jouent sur "l'effet vitrine" de la ville-nature, en participant à des concours (Capitale française de la biodiversité, Territoire engagé pour la nature TEN, Capitale verte de l'Europe ...).
- *Le renforcement d'un dynamisme territorial et l'amélioration du climat social :* ce bénéfice indirect dépend de la façon dont les aménagements ont été conçus puis réalisés. Par exemple en Suède, un écoquartier a été construit à Malmö, avec la mise en place d'un système ouvert de gestion des eaux pluviales pour réduire les inondations par débordement des réseaux et ruissellement. Lors des élections qui ont suivi la fin des travaux, la participation électorale est passée de 54 % à 79 % dans le quartier, témoignant d'un dynamisme nouveau au sein du quartier[36].
- *La sensibilisation des habitants à la place de l'eau et de la culture du risque :* réaliser des aménagements naturels permet aussi de rendre la nature et l'eau visibles aux yeux des habitants. Cette perception est fondamentale pour leur permettre de comprendre les effets potentiels du changement climatique sur leur quotidien et d'avoir un comportement adapté par la suite (notamment en cas d'inondation).
- **L***a production de bois, valorisable pour la construction ou le chauffage* (y compris sous forme de copeau) et la production de matière organique utilisable en compost ou en méthanisation.

35 - Par exemple un parc public à moins de 300m aurait des effets positifs sur l'obésité, les maladies cardio-vasculaires et respiratoires des habitants (P. Clergeau (sous la dir.), Urbanisme et biodiversité, vers un paysage vivant structurant le projet urbain, 2020, p.24).
Concernant les cours d'école, la présence d'arbres et d'aménagements verts réduirait de manière significative le niveau de stress des enfants scolarisés dans ces écoles.
36 - Pour en savoir plus : https://www.terraeco.net/A-Malmo-des-ecolos-malgre-eux,11560.html

LES PISTES D'AMÉLIORATION

Les SfN ont une capacité à produire de multiples bénéfices et cela constitue un avantage indéniable. Cependant, elles peuvent présenter des limites pouvant freiner leur mise en œuvre en cas de prise en compte du changement climatique insuffisante.

- *Les SfN ne sont pas toujours synonymes de rentabilité à court terme* pour les collectivités qui les mettent en œuvre. Par exemple, la restauration d'une zone forestière ou la plantation de haies permettant de limiter les ruissellements, peuvent se révèlent coûteuses en investissement au départ ainsi qu'en entretien surtout les premières années, et les bénéfices directs pour réduire les écoulements ne surviendront que lorsque ces arbres ou buissons auront atteint une taille suffisante, soit des années plus tard. Une évaluation financière des actions réalisées pourrait être diligentée plus systématiquement.
- *Un concept parfois peu clair pour les collectivités :* la notion de SfN est récente. Elle peut renvoyer à des pratiques déjà expérimentées depuis longtemps sur les territoires (restauration de la continuité écologique, infrastructures vertes, doctrine éviter/réduire/compenser issue de la Directive Cadre sur l'Eau, services écosystémiques, etc.). Certaines collectivités peuvent avoir tendance à assimiler les SfN à un "verdissement" des politiques locales ou à la compensation de politiques non vertueuses sur le plan environnemental, sans réellement prendre en compte la nature et les services écosystémiques. Pour autant, il ne faut pas en rester aux « simples » actions techniques mais bien voir que le recours aux SfN est *un outil de planification et de mise en œuvre d'actions pour optimiser leur réussite.* C'est ce qui fait une part de leur pertinence supplémentaire aujourd'hui. Il faut utiliser une définition qui donne du sens par rapport aux dispositifs et compétences des acteurs publics et qui soit compréhensible par les bénéficiaires potentiels. Le lecteur est invité à consulter les travaux sur les freins et les leviers de mise en œuvre des SfN réalisés dans le cadre d'ARTISAN.
- *Un manque de connaissances sur le sujet au sein des collectivités :* les élus et techniciens des collectivités, lorsqu'ils connaissent le concept de SfN, souhaiteraient être mieux formés sur cette thématique, identifier et avoir accès aux bonnes pratiques en la matière, disposer de guides et de ressources pour développer les SfN dans les projets de prévention des risques d'inondation. Les documents pour les élus et la boîte à outils pour les services techniques réalisés dans le cadre d'ARTISAN sont d'un grand intérêt à cet égard.
- *La face cachée de la nature en ville :* favoriser la présence de la biodiversité, en particulier dans les secteurs urbanisés, signifie d'avoir des espèces souvent perçues comme "indésirables" par certains : insectes, cafards, rats, pigeons, "mauvaises herbes", etc. Cela peut être perçu comme une contrainte pour certains habitants et nécessite de redéfinir collectivement la place de la nature en ville. Des solutions ont été testées dans les projets suivis par ARTISAN pour proposer des solutions en matière d'animation, impliquer les parties prenantes en amont, prendre le temps de communiquer et d'expliquer la démarche de façon pédagogique.
- *Les difficultés liées à la maîtrise foncière :* en fonction des projets de SfN et des propriétaires des terrains concernés par les aménagements, l'étape de la gestion du foncier peut être longue et complexe. En cas d'acquisition de terrains privés, la négociation peut être chronophage et mener éventuellement à des contentieux. Il est donc important d'anticiper cette étape le plus en amont possible au moment de l'élaboration d'un projet de SfN.
- *Une incertitude sur les responsabilités :* les SfN répondent à plusieurs objectifs et génèrent plusieurs bénéfices. Au sein des collectivités, cela signifie qu'elles nécessitent de mobiliser, de manière concertée, plusieurs services : espaces verts, voirie, urbanisme, eau et assainissement, risques naturels, etc. La répartition des missions d'entretien et les responsabilités qui en découlent ne sont pas toujours simples à définir pour la collectivité. C'est aussi valable lorsque les objectifs auxquels répondent les SfN, relèvent des prérogatives d'acteurs différents : comment répartir les rôles pour faire perdurer l'action ? Il peut être judicieux de sécuriser juridiquement l'intervention de chaque acteur, au moyen d'une convention par exemple.

À NOTER

Restauration de zones humides : gare aux moustiques ?

Pour éviter la prolifération des moustiques, il faut s'assurer que la fonctionnalité des fossés et leur capacité d'infiltration permettent d'éviter d'avoir de l'eau stagnante plus de 5 jours (temps nécessaire au cycle de développement des larves de moustique, pouvant aller jusqu'à 3 mois). Par ailleurs, si l'eau est stagnante, la fonctionnalité de la zone humide permet de retrouver l'équilibre en prédation (par les amphibiens) et ainsi de diminuer le nombre de moustiques. Tout dépendra de la faune présente sur le secteur, notamment de prédateurs comme la chauve-souris, qui pourront réguler la population de moustiques[37].

ACQUISITION FONCIÈRE DE TERRAINS CONCERNÉS PAR LA RESTAURATION DE ZONES HUMIDES DANS LE BASSIN DU LOING (LOIRET/SEINE-ET-MARNE)

Sur le bassin de l'Ouanne dans le département du Loiret, la gestion des terrains acquis par l'Établissement Public d'Aménagement et de Gestion des Eaux (EPAGE) du Loing a été déléguée au CEN du Centre-Val-de-Loire via un bail emphytéotique de 33 ans (l'EPAGE reste propriétaire). Celui-ci s'occupe de trouver des acteurs locaux pour l'entretien (agriculteurs, chasseurs) et leur demande de respecter un cahier des charges (fauche tardive et zéro intrants).
(Description complète p.53).

- *Des conflits récurrents entre législations qui témoignent aussi d'un cloisonnement entre les politiques* : les SfN peuvent révéler des contradictions entre les politiques de gestion du risque, de la biodiversité et d'aménagement du territoire. Il n'est pas rare de voir des obligations contraires s'appliquer à des projets de SfN pour prévenir les inondations.
  Un arbitrage est souvent nécessaire entre sécurité publique et préservation de l'environnement, ce qui peut prendre du temps dans la mise en œuvre de projets de SfN. Cela traduit le manque d'approche globale sur les thématiques environnementales et un fonctionnement des politiques publiques encore trop souvent en "silo".

- *Des solutions efficientes pour réduire les risques d'inondation* ? Les SfN souffrent de la comparaison avec les infrastructures grises, dont on croit connaître la performance, par habitude, alors que les coûts d'entretien peuvent devenir très importants sous l'effet du changement climatique. Les SfN ne s'inscrivent pas dans la même temporalité : le "retour sur investissement" des SfN n'est pas immédiat. Il dépend du rythme de la nature et ne peut pas être comparé aux résultats à court terme d'une solution dite « grise ». Complémentaires ou alternatives aux solutions grises, les SfN sont surtout des actions sans regret, leurs capacités adaptatives intrinsèques sont particulièrement opportunes dans un contexte d'évolution climatique incertain.

37 - https://www.graie.org/othu/pdfothu/SYNTHESEGRAIE-Moustiques-OTHU2017.pdf

Par ailleurs, dans la majorité des exemples étudiés, elles permettent surtout de limiter des évènements d'inondation fréquents (de moindre ampleur). Cela peut être perçu comme un inconvénient par les collectivités qui souhaitent anticiper les effets du changement climatique et se doter de solutions efficaces pour des inondations plus intenses et de plus grande ampleur. Mais dans le cas d'évènements récurrents, de faible ampleur, ces solutions représentent un gain non négligeable.

Un questionnement sur les coûts d'entretien : l'entretien d'une SfN est-il moins coûteux que des infrastructures grises ? Cela dépend des projets. A priori, les SfN coûtent moins cher que des infrastructures grises, mais cela va dépendre si la SfN réalisée nécessite un entretien important ou non. À titre d'exemple, désimperméabiliser et végétaliser en ville nécessitera davantage d'entretien que la restauration d'une zone humide qui pourra ensuite fonctionner de manière autonome avec une intervention humaine réduite au minimum. Le coût de l'aménagement n'est pas forcément un frein dès le départ, mais il manque souvent une évaluation financière globale sur les coûts d'investissement et les coûts d'entretien. Tout dépendra de la solution retenue.

LA ZONE HUMIDE DES PÂTURES (EURE)

Financeurs et budget : 1 790 000 € HT (Agence de l'Eau Seine-Normandie 50 %, Communauté d'agglomération Seine-Eure 30 %, Département de l'Eure 15 %, Région Normandie 5 %)
Calendrier : 2010-2017
Lauréat Trophées Life ARTISAN Normandie 2024 « Réduction des risques climatiques »

De 2010 à 2017, la Communauté d'Agglomération Seine-Eure a restauré 50 ha de peupleraies en une zone humide pour protéger un captage d'eau potable. Elle sert aussi de champ d'expansion de crue et limite les inondations des terrains riverains pour une petite crue comme en 2001. Après abattage et reboisement de 8 ha, l'entretien est assuré par éco-pâturage (ovins, petits bovins et moutons). L'abattage n'étant pas autorisé par le PLU (boisement soumis au régime forestier), une concertation avec la DDTM et l'ONF a été nécessaire. Un bras de contournement a été créé en concertation avec les fédérations de pêche pour garantir la continuité écologique et permettre le passage de canoës. D'autres aménagements, tels que des mares, un chenal d'alimentation, des terrasses inondables jouant le rôle de frayères naturelles et la restauration d'une prairie humide et de boisements alluviaux ont renforcé les fonctionnalités écologiques du site. Un ponton éducatif d'un kilomètre sensibilise les riverains à la biodiversité, attirant 20 000 visiteurs annuels. Les suivis écologiques révèlent une augmentation notable des populations d'espèces (reptiles, oiseaux, insectes), le maintien de la qualité de l'eau et l'absence d'inondations des terrains riverains depuis les travaux. Ce projet s'est réalisé grâce aux 70 % de subventions des différents partenaires financiers, à un fort portage politique des élus et au fait que les terrains étaient propriété de l'établissement public foncier de Normandie. L'agglomération se heurte aux réticences des propriétaires privés, sur d'autres secteurs où elle souhaite reproduire la démarche.

Pour en savoir plus : https://www.trophees-adaptation-life-artisan.com/wp

Une évaluation des bénéfices des SfN inscrite dans le projet ARTISAN : à l'heure actuelle, les projets de SfN ne font pas tous l'objet d'une évaluation finale pour quantifier les différents bénéfices du projet. Si des relevés sur les espèces présentes sur le site permettent souvent de justifier d'un gain pour la biodiversité, la réduction du risque d'inondation n'est pas toujours quantifiée (à moins qu'une inondation survienne), ainsi que d'autres bénéfices comme la réduction du phénomène d'îlot de chaleur en ville par exemple (nombre de degrés gagnés grâce aux aménagements). Le projet Life ARTISAN participe à y remédier en assurant un suivi des performances de ses 10 sites pilote, d'ici 2027.

POUR RÉSUMER

Grâce à leurs multiples bénéfices et leur adaptabilité pour prévenir les risques d'inondation, les SfN apparaissent vertueuses pour faire face à de multiples problématiques liées au changement climatique : limiter les effets d'inondations fréquentes, améliorer la gestion de la ressource en eau en période de sécheresse et réduire les vagues de chaleur, améliorer le paysage et le cadre de vie, etc.

Tous ces bénéfices sont encore complexes à quantifier. En l'absence du suivi d'indicateurs relatifs à la mise en œuvre de projets de SfN que le projet Artisan va produire d'ici 2027, leur rentabilité peut parfois être questionnée, voire niée, faute de données chiffrées et tangibles, il s'agit bien aujourd'hui de crédibiliser les SfN face aux autres solutions centrées sur les infrastructures. C'est aussi pourquoi il convient d'encourager le recours à de nouveaux modèles d'estimation des bénéfices attendus d'un projet (coût global, cycle de vie, services écosystémiques, etc.) qui met mieux en valeur les services rendus par la nature et donc par les SfN.

Pourtant, rechercher des solutions qui remplissent plusieurs objectifs de façon qualitative constitue déjà une plus-value en soi pour le territoire. En outre, cela démontre aussi une capacité du territoire à s'adapter à plusieurs problématiques existantes et futures, et à faire preuve de résilience face aux effets attendus du changement climatique.

Des **pistes** pour **agir efficacement** avec les **SfN**

1. PRIVILÉGIER DES SOLUTIONS MULTI-BÉNÉFICES

À l'origine d'un projet de SfN, il peut y avoir la prévention des risques d'inondation, la lutte contre d'autres effets du changement climatique (îlots de chaleur urbain, sécheresse, etc.), la réduction de l'imperméabilisation, l'amélioration du cadre de vie, la préservation de biodiversité, etc. En fonction de cette "porte d'entrée" vont dépendre les co-financements qui pourront être mobilisés par la collectivité maître d'ouvrage d'une SfN.

2. PORTER POLITIQUEMENT UN CHANGEMENT DE PARADIGME

La réussite de la plupart des projets tient à l'implication sur le terrain des élus et des techniciens. Cela nécessite pour les élus du territoire de construire une stratégie de prévention des risques d'inondation qui s'appuient sur plusieurs techniques (pas uniquement les infrastructures grises) pour s'adapter aux effets du changement climatique, tout en préservant la biodiversité.

3. SAVOIR S'ENTOURER POUR ÊTRE ACCOMPAGNÉ PAR DES ACTEURS COMPÉTENTS

De nombreuses collectivités déplorent un manque de connaissances techniques des élus et des services techniques sur les services rendus par des écosystèmes qui fonctionnent naturellement bien, y compris en milieu urbain et périurbain. Il est donc important qu'elles puissent être conseillées par des acteurs spécialisés dans le domaine des risques mais aussi de la biodiversité (écologues, bureaux d'études spécialisés, associations ...).

4. PRIVILÉGIER UNE CONCERTATION LARGE

Associer les acteurs prenant part à la SfN dès le démarrage du projet, a fortiori les "récalcitrants", pour favoriser le dialogue et trouver un/des alternatives au projet qui puissent faire consensus. Si besoin, être accompagné par un médiateur en cas de conflits, plutôt que de courir le risque d'un contentieux.

5. COMMUNIQUER SUR LES OBJECTIFS DU PROJET DE SfN DÈS LE DÉPART ET TOUT AU LONG DU PROJET

Être pédagogue, montrer des exemples de réalisations comparables sur d'autres territoires, faire connaître l'ensemble des bénéfices attendus et proposer une communication sur le long terme.

6. ÉVALUER LE PROJET DE SfN, MONTRER SES RÉSULTATS CONCRETS POUR LE TERRITOIRE

Démontrer les bénéfices apportés pour la collectivité, les habitants et tous les acteurs du territoire concernés (agriculteurs, autres acteurs économiques, associations ...) en fonction des objectifs attendus. C'est souvent ce manque d'évaluation et de résultats quantitatifs qui fait actuellement défaut dans les projets de SfN étudiés et qui peut parfois remettre en cause la crédibilité du projet.

7. INTÉGRER LES ACTIONS SfN DANS LES CHOIX D'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

À toutes les échelles, de la planification et des documents d'urbanisme, à l'aménagement opérationnel.

8. SUPPORTER UNE INONDATION EST NATUREL ET MÊME POSITIF POUR UN ÉCOSYSTÈME NATUREL DE COURS D'EAU

Les inondations sont un bienfait pour la nature. Les dommages ne se rencontrent que là où les Hommes ont implanté des enjeux qui produisent des dommages insupportables. Le retour à un fonctionnel naturel dans une vallée alluviale ou un polder contribue à réduire l'intensité de l'aléa et donc le risque, souvent à moindre coût qu'un ouvrage artificiel de protection.

Liste des projets présentés

- La restauration des fonctionnalités du ruisseau de Marcé en contexte de tourbières pour faire face à l'évolution des régimes de pluie par le SMBVAR (Maine-et-Loire) .. *p. 9*
- Restauration hydro-morphologique de la Romanche (Isère) ..... *p. 11*
- Restauration du fonctionnement des étangs du Limousin (PNR - CDC biodiversité) ..... *p. 12*
- Les aménagements d'hydraulique douce sur le bassin versant de la Nonette pour lutter contre le ruissellement et l'érosion des sols (Oise, Seine-et-Marne) ..... *p. 15*
- Écoquartier des Portes du Vercors (Grenoble, Isère) ..... *p. 16*
- La politique de gestion des eaux pluviales et de ruissellement du Grand Lyon : les arbres de pluie (Rhône) ..... *p. 18*
- Délocalisation d'un quartier en aval d'un déversoir (Blois, Loir-et-Cher) ..... *p. 21*
- Revitalisation et espaces de bon fonctionnement des cours d'eau sur le territoire Vistre-Vistrenque (Gard) ..... *p. 22*
- La restauration du Saint-Ruph-Glière-Eau-Morte par la Communauté de communes des Sources du Lac d'Annecy (Haute-Savoie) ..... *p. 24*
- La restauration d'une zone humide le long de la Bièvre (Yvelines, Essonne) ..... *p. 25*
- Le maintien des dunes par des fils lisses (Vendée) ..... *p. 28*
- L'aménagement dunaire au service de la lutte contre la submersion marine à Gâvres (Morbihan) ..... *p. 29*
- Création d'une mangrove en pleine mer (Martinique) ..... *p. 30*
- La dépoldérisation sur le site de la ferme de la Prée Mizottière (Vendée) ..... *p. 32*
- La recomposition spatiale de la basse vallée de la Sâane, à Quiberville (Seine-Maritime) ..... *p. 33*
- Restauration écologique et confortement des boisements à Bois Jolan et Helleux (Guadeloupe) ..... *p. 34*
- La restauration du ruisseau Gremillon portée par le Grand Nancy (Meurthe-et-Moselle) ..... *p. 36*
- La réhabilitation de rus et d'un hydrosystème de tête de bassin versant en faveur de la résilience du massif forestier de Rumilly-Chaource (Aube) ..... *p. 38*
- La gestion des petites pluies dans la ZAC Sud-Ouest de l'île de Nantes (Loire-Atlantique) ..... *p. 47*
- La démarche de renouvellement urbain d'un quartier de Mandelieu-la-Napoule (Alpes-Maritimes) ..... *p. 49*
- La maîtrise foncière pour réduire les risques d'inondation (Golfe de Saint-Tropez, Var) ..... *p. 51*
- La plantation de haies sur le bassin versant de la Lèze (Ariège, Haute-Garonne) ..... *p. 52*
- La stratégie foncière d'acquisition de zones humides sur le bassin du Loing (Loiret, Seine-et-Marne) ..... *p. 53*
- La désimperméabilisation d'une cour d'école à Saint-Ouen (Loir-et-Cher) ..... *p. 61*

Conclusion

Depuis longtemps, les collectivités ont recours aux solutions dites "grises" dans le domaine de la prévention des risques d'inondation pour réduire les aléas. Elles se sont peu à peu orientées vers des solutions plus "douces" et plus "vertes" : d'une part parce que les ouvrages hydrauliques ont bien souvent montré leurs limites, d'autre part, dans un souci d'économie et parfois de sensibilité écologique, afin de proposer d'autres réponses pour faire face aux conséquences des inondations sur leur territoire.

La notion de Solution fondée sur la Nature encourage ces pratiques, afin de limiter les infrastructures de seul génie civil et redonner un poids plus important aux milieux naturels, en protégeant, gérant ou restaurant leur fonctionnement. Ces SfN représentent également une solution intéressante pour gérer, de façon adaptative, les effets du changement climatique. En effet, à la différence des ouvrages anthropiques, la nature a une capacité à évoluer et à s'adapter à un environnement changeant.

Si des freins à leur mise en œuvre existent, les multiples bénéfices qu'elles génèrent leur confèrent une place indéniable dans le panel de solutions à la disposition des collectivités pour prévenir les risques.

Rares sont encore les projets qui remplissent l'ensemble des critères ambitieux définis par l'UICN depuis juillet 2020. Mais les efforts déployés par les collectivités pour tendre vers ces critères et prouver leur volonté de donner une place plus importante à la nature dans les projets sont réels et devraient permettre de lever les freins constatés.

En effet, le standard proposé par l'UICN et repris par le Programme des Nations Unies pour le développement, présente l'intérêt d'une approche plus globale, qui pousse à inscrire plus clairement la démarche dans un défi sociétal (dont le tout premier peut être l'adaptation au changement climatique du territoire) et dans une gouvernance associant clairement les parties prenantes, tout en étudiant de près tout autant le bénéfice net pour la biodiversité si fragile que la viabilité socio-économique des réalisations prévues. Le standard UICN vise explicitement un équilibre des compromis entre ces différents objectifs essentiels.

C'est dans la recherche de cette complémentarité entre solutions "grises" et "vertes", d'une voie médiane qui combinerait ces deux types de solutions, que les collectivités peuvent trouver des réponses aux défis qui s'annoncent à court terme en matière de gestion du risque d'inondation.

Il ne s'agit ni de privilégier les SfN au détriment des ouvrages de génie civil, ni de les opposer, mais bien de construire une réponse adaptée aux enjeux de son territoire : réduire l'intensité de l'aléa, préserver l'environnement et la biodiversité, améliorer le cadre de vie et être en capacité de faire face aux conséquences du changement climatique.

« Ce guide doit être cité de la manière suivante : « CEPRI. (2025). Guide des Solutions fondées sur la Nature pour l'adaptation au changement climatique afin de prévenir les risques d'inondation. Projet Life ARTISAN. »

Pour aller plus loin

- *Life ARTISAN (2024), Publication spéciale à destination des décideurs : https://fr.zone-secure.net/170194/2079850/#page=1*
- *Life ARTISAN (2024), Boîte à outils des SfN : https://fr.zone-secure.net/170194/2089162/#page=1*
- *Site des Trophées de l'adaptation au changement climatique ARTISAN : https://www.trophees-adaptation-life-artisan.com/*
- *Site de l'UICN sur les initiatives innovantes en France : http://uicn-fr-collectivites-biodiversite.fr/initiatives-innovantes/*
- *Sites du Centre de Ressources Cours d'eau et Zones humides de l'OFB, du CRACC du CEREMA et du projet ARTISAN sur OFB.*
- *Centre de Ressources pour l'Adaptation au changement climatique : https://www.adaptation-changement-climatique.gouv.fr/*
- *UICN Comité français (2019). Les Solutions fondées sur la Nature pour les risques liés à l'eau en France. Paris, France.*
- *OFB (2021), Note de cadrage sur les SfN. https://www.ofb.gouv.fr/le-projet-life-integre-artisan/documentation-life-artisan/artisan-note-de-cadrage-sur-les-safn*
- *P. Clergeau (sous la dir.) (2020). Urbanisme et biodiversité, vers un paysage vivant structurant le projet urbain. France.*
- *ONERC (2019). Des solutions fondées sur la nature pour s'adapter au changement climatique, Rapport. France.*
- *Partenariat Français pour l'Eau (2021). Eau et solutions fondées sur la nature : la boîte à outils des élus et collectivités. France.*
- *UICN Comité français (2021). 8 questions à se poser pour mettre en œuvre les Solutions fondées sur la Nature – un guide d'appropriation du Standard mondial de l'UICN. Paris, France.Centre de Ressources cours d'eau : https://professionnels.ofb.fr/fr/node/138*
- *Centre de Ressources milieux humides : http://zones-humides.org/*
- *Site du Projet ARTISAN : https://www.ofb.gouv.fr/le-projet-life-integre-artisan*
- *Exemples de restauration hydromorphologiques ayant eu des effets sur la réduction des risques inondation : https://professionnels.ofb.fr/node/171#rex*
- *Film d'animation "Des territoires mieux préparés face aux inondations" : https://www.youtube.com/watch?v=Nd6-hfAXHeE*
- *OIEAU (2020), Mesures Naturelles de rétention des eaux : 10 retours d'expérience en France métropolitaine : https://www.oieau.fr/eaudoc/notice/Les-mesures-naturelles-de-rétention-d'eau-10-retours-d'expérience-en-France-métropolitaine*

Remerciements

Nous remercions pour leur contribution précieuse à la réalisation de ce guide :

- Agence Régionale de la Biodiversité d'Île-de-France, Institut Paris Région, *Marc Barra Gabrielle Huart*
- Agence Régionale de la Biodiversité Région Centre-Val de Loire, *Pascale Larmande*
- Bureau d'architecture EDL, *Éric Daniel-Lacombe*
- Communauté d'Agglomération Seine-Eure, *Mélanie Jugy*
- Communauté d'agglomération du centre de la Martinique (CACEM), *Yannis Labeau*
- Communauté de communes du Golfe de Saint-Tropez, *Geoffrey Blanc*
- Communauté de communes des Sources du Lac d'Annecy, *Olivier Pellissier*
- Communauté de communes Océan Marais de Monts, *Jean Magne*
- Commune de Saint-Ouen, *Laure Guenet*
- Conservatoire du littoral, *Adrien Privat, Camille Simon, Marion Coquet et Régis Leymarie*
- Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, *Pierre-Antoine Versini*
- EPAGE de l'Armançon, *Matthias Alloux*
- EPAGE du Loing, *Emma Torcol, Flora Pillette*
- EPTB du Vistre Vistrenque, *Charlotte Redon et Caroline Kanel*
- Grand Lyon, *Hervé Caltran*
- Grenoble Alpes Métropole, *Vincent Boudieres*
- Lorient Agglomération, *Pauline Le Nardant*
- Métropole du Grand Nancy, *Stéphanie Rivat*
- Office Français pour la Biodiversité, *Amaury Parelle, Anne Feuillas, Sarah Rharbaoui, Natalia Rodriguez-Ramirez, Josée Peress, Pierre Caessteker,*
- Parc naturel régional du Marais poitevin, *Loïc Chaigneau*
- Syndicat de gestion de l'Eygoutier, *Bertrand Ehly*
- Syndicat Interdépartemental du SAGE de la Nonette (SISN), *Clara Morvan*
- Syndicat Intercommunal pour l'assainissement de la vallée de la Bièvre (SIAVB), *Hervé Cardinal*
- Syndicat mixte Baie de Somme Grand Littoral Picard, *Lisa Kundasamy*
- Syndicat mixte des bassins hydrauliques de l'Isère (SYMBHI), *Morgane Buisson*
- Syndicat Mixte Interdépartemental de la Vallée de la Lèze (SMIVAL), *Thomas Breinig*
- Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), *Marion Poncet*
- Urbanwater, *Christian Piel, Elisa Cabley et Fanny Clavurier*
- Ville de Sainte-Anne, *Garry Pisiou*

Avec le soutien

Document édité par le CEPRI
Avril 2025 / ISSN en cours / Dépôt légal
Création maquette et illustrations : WaM!
Cette brochure est téléchargeable sur :
www.cepri.net (publications)
Reproduction interdite sans autorisation

linkedin.com/in/cepri