

Les guides du CEPRI

Guide SafN - ARTISAN

***Les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature
pour prévenir les risques d'inondation***



CEPRI

Centre Européen de
Prévention du Risque d'Inondation

Végétaliser les villes, remettre à ciel ouvert les cours d'eau, restaurer des dunes pour limiter la submersion marine et l'érosion, créer et restaurer des zones humides, reculer des digues, etc. Toutes ces actions ont pour point commun de vouloir mettre la nature et les écosystèmes au cœur des aménagements, parfois pour réduire les risques d'inondation, mais pas uniquement, aussi pour l'amélioration de nos cadres de vie.

Elles répondent aussi à d'autres objectifs comme la réduction du phénomène d'îlot de chaleur urbain (ICU) dans les villes, l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre, la préservation de certains milieux naturels, ou encore l'amélioration de nos cadres de vie.

On parle de Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SafN) pour désigner des solutions qui tentent de répondre au défi du changement climatique tout en créant des bénéfices pour la biodiversité. Mais pour la plupart des collectivités, non-expertes sur ces sujets, donner une plus grande place à la nature et à la biodiversité n'est pas simple.

Certaines pensent réaliser des Solutions fondées sur la Nature en recourant à des opérations de génie écologique, mais sans penser leurs projets pour l'adaptation au changement climatique. D'autres voient cette notion comme un moyen de bénéficier de nouvelles sources de financement et s'en tiennent à un "verdissement" de leurs politiques, sans réel bénéfice pour la biodiversité.

Par ailleurs, la question de l'efficacité réelle de ces solutions pour réduire le risque d'inondation peut se poser, par comparaison avec les ouvrages de génie civil dont les performances sont souvent mieux connues et plus significatives. Redonner plus de place à la nature signifierait-il abandonner les digues et les infrastructures grises ? Sur les littoraux en particulier, on voit que les élus locaux sont confrontés à un vrai dilemme : comment préserver la nature, s'adapter aux effets inéluctables de la montée du niveau marin et maintenir un cadre dynamique pour les habitants et les activités liées au littoral ? Des choix s'imposent à court terme, et pas seulement sur les littoraux. Des événements de plus en plus violents et ravageurs, comme la Belgique et l'Allemagne ont pu en vivre en juillet 2021 en témoignent.

Les SfN pourraient apporter un début de réponse, mais elles souffrent souvent d'une absence d'évaluation et d'un manque d'analyse économique, qui pourtant aideraient les collectivités dans leur stratégie d'adaptation aux changements climatiques. Celles-ci sont encore (trop) peu nombreuses.

Ce guide n'a pas vocation à apporter de réponse idéale, reproductible partout. Mais il montre que plusieurs choix sont possibles pour prévenir les inondations, et qu'aucune piste n'est à écarter. Les SafN présentent des atouts non négligeables dont les collectivités auraient tort de se priver. Espérons que les exemples de ce guide sauront les inciter à se lancer !

Marie France Beaufile,

Présidente du CEPRI

Sénatrice honoraire

Ancienne maire de Saint-Pierre-des-Corps

Le CEPRI a développé un guide destiné aux collectivités sur les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SafN) pour prévenir les risques d'inondations, dont la parution est prévue pour la fin février.

Après avoir présenté ce concept défini par l'IUCN, le guide identifie les différents types d'actions SafN pour prévenir les débordements de cours d'eau, les submersions marines et les phénomènes de ruissellement.

Par la suite, 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.

À travers de nombreux exemples, ce guide montre aux collectivités qu'il existe un panel de solutions "vertes" en alternatives aux infrastructures "grises" pour gérer ces risques, qui induisent de multiples bénéfices pour la biodiversité, la résilience des milieux, le bien-être humain et l'attractivité des territoires. A moyen et long terme, c'est dans la recherche d'une complémentarité entre solutions "grises" et "vertes", que les collectivités peuvent trouver des réponses aux défis qui s'annoncent en matière de gestion du risque d'inondation et d'adaptation aux effets du changement climatique.

The CEPRI has developed a guide for local authorities on Nature based Solutions (NbS) for Adaptation to climate change applied to flood risk prevention, to be released by the end of February.

After presenting this concept defined by the IUCN, the guide identifies the different types of nature-based measures for mitigating river and coastal floods, rainfall flooding and runoff.

Then, the guide proposes methodological lines for implementing these kind of solutions (project management, partnerships, land management, funding, etc.), in order to provide operational answers to the needs of local authorities.

Through numerous examples, the document outlines that there is a wide range of "green" solutions as alternatives to "grey" infrastructures for managing flood risk, which have also multiple benefits for biodiversity, environmental resilience, human well-being and for the attractiveness of territories.

In the medium and long term, it is in the search for complementarity between "grey" and "green" solutions that local authorities may find answers to the upcoming challenges of flood risk management and adaptation to the effects of climate change.

Le projet Life intégré ARTISAN (Accroître la Résilience des Territoires aux changements climatiques par l'Incitation aux Solutions d'Adaptation fondées sur la Nature) est financé par le Programme LIFE de l'Union européenne, le ministère de la Transition écologique (MTE), le ministère de la Cohésion des territoires et des Relations avec les collectivités territoriales (MCT) et piloté par l'Office français de la biodiversité (OFB).

Ce projet participe à la mise en œuvre du deuxième Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC-2) et du Plan biodiversité de la France. Doté d'un budget total de 16,7 millions d'euros sur une durée de 8 ans (2020-2027), il s'appuie sur 27 bénéficiaires associés¹, dont l'OFB.

L'originalité du projet Life intégré ARTISAN est de placer les Solutions fondées sur la Nature (SfN) au centre de ses actions pour répondre aux enjeux de l'adaptation aux changements climatiques des territoires français. L'ensemble des bénéficiaires associés et les partenaires du projet (Commission européenne, MTE, MCT, etc.) sont convaincus de l'intérêt d'utiliser ce concept et ses actions associées qui permettent selon eux :

- de décloisonner les enjeux liés à la biodiversité et aux changements climatiques,
- de mobiliser de nouveaux acteurs traditionnellement pas ou peu présents dans les secteurs d'activités liés au climat et à la biodiversité,
- de mobiliser des financements traditionnellement alloués aux solutions dites "grises",
- de travailler dans un cadre méthodologique détaillé (cf. Standard mondial de l'UICN sur les SfN).

C'est pourquoi le projet Life intégré ARTISAN a pour objectif de favoriser le déploiement de ces solutions sur l'ensemble du territoire. Pour cela il peut s'appuyer sur plusieurs dispositifs mis en œuvre à travers plus de 100 actions (cf. tableau ci-dessous) aux échelles locale, régionale, nationale et européenne : le Programme Démonstrateur qui regroupe 10 sites pilotes au niveau local, l'animation de 14 réseaux régionaux, l'animation du réseau national ARTISAN, la création et la mise à disposition de ressources, l'analyse des freins et la mise en place des leviers pour la démultiplication des Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SafN) sur le territoire français (accompagnement de certaines filières et acteurs économiques dans leur démarche d'adaptation, mobilisation des financements, formations, etc.).

Qu'est-ce qu'une Solution d'adaptation fondée sur la Nature (SafN) ?

Les SafN sont des actions qui visent à favoriser la conservation de la biodiversité et la fourniture de services écosystémiques ciblés sur les impacts des changements climatiques permettant à nos sociétés d'être plus résilientes face à ces enjeux.

Plus précisément, les SafN correspondent aux "actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement [le défi de l'adaptation au changement climatique] de manière efficace et adaptative, tout en assurant le bien-être humain et en produisant des bénéfices pour la biodiversité"².

Cette notion de SafN renvoie à la réalisation d'une ou plusieurs actions concrètes de restauration, de gestion ou de protection des milieux dans le cadre d'une approche écosystémique globale. Une telle approche se doit d'englober les enjeux écologiques, sociétaux, politiques, économiques et culturels et ce à toutes les échelles, de l'individu au collectif, du local au national, de la sphère publique ou privée.

Le CEPRI au sein du projet Life ARTISAN

Le CEPRI a participé au montage de ce projet et fait partie des bénéficiaires associés au projet Life ARTISAN jusqu'en 2027. Il a débuté dès 2020 la réalisation du présent guide qui constitue une action du projet ARTISAN (C3.2).

Le CEPRI participe également à l'animation d'un réseau national sur la thématique de l'eau réunissant différentes structures ayant un intérêt au déploiement des SafN. Les groupes de travail propres à ce réseau ont vocation à encourager et accompagner le déploiement plus systématique des Solutions fondées sur la Nature, en articulation avec les autres mesures de gestion de la ressource en eau et du risque inondation.

1 - Site du Projet Life ARTISAN : <https://ofb.gouv.fr/le-projet-life-integre-artisan>

2 - Site du Comité français l'UICN : <https://uicn.fr/solutions-fondees-sur-la-nature/>



Ce document est :

- ✓ **une aide pour identifier ce qu'est une Solution d'adaptation fondée sur la Nature (SafN) pour prévenir les risques d'inondation.**
- ✓ **une base d'exemples qui pourraient être qualifiés de SafN 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 SafN sur leur territoire.**



Ce document n'est pas :

- ✓ **un recensement de toutes les SafN existantes ou envisageables.**
- ✓ **une réponse à toutes les conséquences des effets du changement climatique.**
- ✓ **une liste d'exemples reproductibles sur tous les territoires.**

Point d'attention

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 SfN3.

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 d'inondation. 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>

Sommaire

I. Qu'est-ce qu'une Solution d'adaptation fondée sur la Nature (SafN) ? 10

- ▶ Le concept de Solution fondée sur la Nature (SfN) 10
- ▶ Les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (projet Life ARTISAN) 11

II. Prévention du risque inondation : pourquoi recourir aux SafN ? 12

- ▶ Les risques d'inondation et le changement climatique 12
- ▶ Les SafN et la réduction de l'aléa 14
- ▶ Les SafN et la réduction de la vulnérabilité 16

III. Quelles SafN pour prévenir les risques d'inondation ? 17

- ▶ Les actions qui permettent de réduire les ruissellements 17
- ▶ Les actions qui permettent de réduire les risques liés aux débordements de cours d'eau 24
- ▶ Les actions qui permettent de réduire les submersions marines 31

IV. Comment les mettre en œuvre ? Avec quels outils ? 39

- ▶ Avoir une maîtrise d'ouvrage solide 39
- ▶ S'appuyer sur la compétence GEMAPI 42
- ▶ Inscrire la SafN dans un projet de territoire 44
- ▶ Anticiper la gestion du foncier 54
- ▶ Financer les SafN 57

V. Quels sont les avantages et les inconvénients des SafN ? 62

- ▶ Les avantages des SafN 62
- ▶ Les pistes d'amélioration 65

Quelques recommandations 69

Conclusion 70

Pour aller plus loin 71

Remerciements 72

I. Qu'est-ce qu'une Solution d'adaptation fondée sur la Nature (SafN) ?

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'intégrer davantage 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.

On peut citer par exemple la restauration des bras morts facilitant l'écoulement des eaux et la circulation de la faune piscicole 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.



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"⁴.

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 SfN⁵.

4 - 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.

5 - UICN (2020). <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-020-Fr.pdf>.

En France, le Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC-2) et le Plan Biodiversité (2018) promeuvent les Solutions fondées sur la Nature.

Dans le domaine de la prévention des risques d'inondation, une Solution d'adaptation fondée sur la Nature est une action ayant pour objectif de réduire le risque de catastrophe naturelle, en prenant en compte le contexte du changement climatique avec l'augmentation de la probabilité, la fréquence et l'intensité des événements d'inondation, tout en apportant des bénéfices pour la biodiversité.

► Les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (projet Life ARTISAN)

Définies dans le cadre du projet Life ARTISAN, les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SafN) 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 (SafN) 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 SafN.

Sont notamment exclues :

- les actions fondées sur **l'océan ou sur la forêt**, par exemple l'énergie éolienne ou l'énergie des courants en mer ;
- les actions basées sur le **biomimétisme**, c'est-à-dire qui imite la nature, sans créer de bénéfice pour la biodiversité ;
- les actions qui répondent à une **obligation réglementaire**, sans s'appuyer sur les écosystèmes. Par exemple, la séquence "éviter, réduire, compenser" qui consiste à limiter les atteintes à l'environnement d'un projet n'est pas une Solution d'adaptation fondée sur la Nature.

Pour résumer

Une SafN 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.

II. Prévention du risque inondation : pourquoi recourir aux SafN ?

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 XXI^e siècle, le risque d'inondation devrait s'aggraver, de manière globale, en Europe, avec toutefois de fortes disparités régionales. 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 SafN 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 XIX^e 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 6^e rapport du GIEC se base sur le scénario d'une augmentation probable de la température de 1,5° C entre 2030 et 2052⁶. 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. 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, 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) augmenteraient 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.

6 - 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 XIX^e 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 GES⁷. Cette élévation se poursuivra 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 européennes⁸.

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...), de l'orientation de la dérive littorale, des conditions météorologiques et, le cas échéant, de l'action anthropique (jetée portuaire ou épis aggravant l'érosion à l'aval-dérive, barrages fluviaux contrariant l'apport de sédiments en mer par les fleuves...).

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 intensifie 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 XXI^e 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 événements de précipitations extrêmes devraient augmenter de 7 % pour chaque degré de réchauffement supplémentaire⁹.

Dans les régions méditerranéennes, le nombre d'événements 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 métropolitaine¹⁰.

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.

7 - IPCC (2021).

8 - CEPRI, *Changement climatique – vers une aggravation du risque inondation en France et en Europe ?*, 2015.

9 - 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)."

10 - 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 pluviaux, 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'Italie¹¹.

Cette probabilité d'augmentation des événements 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.

► Les SafN et la réduction de l'aléa

Pour prévenir les risques d'inondation, plusieurs types d'actions sont mobilisés par les collectivités territoriales, dont les actions de réduction de l'aléa. Les SafN peuvent répondre à cet objectif en contribuant à la réduction du phénomène d'inondation. Elles ont généralement un effet sur la hauteur et la vitesse de l'eau, mais aussi sur la durée de l'inondation. Elles peuvent aussi réduire les impacts de "petits" événements d'inondations (fréquents, de moindre ampleur).

Par exemple, la restauration d'un cordon dunaire peut limiter la submersion marine en jouant un rôle d'atténuation de la houle et des vagues. Par ailleurs, le reméandrage d'un cours d'eau permet de diminuer les débits en cas de crue ou encore la renaturation d'une rivière peut retarder l'arrivée du pic de crue, permettant ainsi aux autorités d'avoir un temps supplémentaire pour organiser la sauvegarde des habitants.

Suite à l'analyse de plusieurs projets assimilés à des SafN, on constate que ces solutions permettent surtout de diminuer les "petits" événements d'inondation (fréquents, de moindre ampleur), qui ont tendance à se produire fréquemment.

À NOTER

La restauration des cours d'eau et des zones humides est une solution "sans regret" participant à la diminution du risque inondation, l'amélioration générale de la qualité d'eau et la préservation de la biodiversité. La restauration des fonctionnalités de ces milieux permet de réguler le microclimat dans un contexte de changement climatique.

11 - 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.

Le projet Romanche Séchilienne porté par le SYMBHI

Le Syndicat mixte des bassins hydrauliques de l'Isère (SYMBHI) porte plusieurs projets mêlant confortement de digues et aménagements permettant aux cours d'eau de retrouver un fonctionnement plus naturel dans des vallées de montagne très urbanisées.

Le projet Romanche Séchilienne est une vaste opération d'aménagement réalisée entre 2013 et 2016 dans la plaine de Vizille, à une quinzaine de kilomètres à l'amont de Grenoble, destinée à réduire le risque de crue centennale de la rivière Romanche et le risque d'effondrement des Ruines de Séchilienne (une zone d'éboulements). L'opération a englobé une part importante de travaux sur des ouvrages hydrauliques existant depuis le XVIII^e siècle, qui assurent la protection d'environ 20 000 habitants. Elle a aussi accordé une part importante à la valorisation environnementale des milieux et des paysages. Au total, le projet a coûté 28 M€ HT dont 3,8 M€ pour des opérations de restauration écologique.

Des réalisations pouvant s'apparenter à des SafN ont été intégrées dès le départ dans le projet au même titre que les travaux sur les ouvrages, en particulier : la restauration d'un bras secondaire et d'un bras de décharge permettant la création d'une zone humide, la restauration du lit de la rivière sous forme de tresses et de la continuité piscicole, la protection de 21 ha de bois alluviaux, la création de plages végétalisées en bord de cours d'eau, etc.

Pour réaliser ces aménagements, des ouvrages ont été supprimés : digues, route départementale remplacée par une voie végétalisée, arasement de seuils. Le projet permet essentiellement de donner plus de place à l'eau, diminuant ainsi la vitesse d'écoulement en cas d'inondation torrentielle et la pression exercée sur les digues, favorisant le rechargement de la nappe phréatique et apportant un gain pour l'avifaune et plusieurs espèces de poissons.

Aujourd'hui le projet dans son ensemble permet de limiter le risque de crue centennale. Bien que le changement climatique n'ait pas été intégré dès la conception du projet, les digues ont été dimensionnées par rapport à une crue centennale + 1m, et les zones humides créées à l'amont pourraient jouer le rôle de zone tampon important en cas d'évènements plus fréquents. Le projet a donc une certaine capacité d'adaptation par rapport aux évolutions climatiques à venir.



Projet Romanche Séchilienne - Restauration de l'espace de liberté sur le secteur de l'Île Falcon à Saint Barthélémy de Séchilienne intégrant la réouverture de 1,5 km de bras et la suppression de 250 ml de protection en enrochement. © Symbhi – Dupont Renoux.

► Les SafN et la réduction de la vulnérabilité

La vulnérabilité d'un territoire face au risque d'inondation se caractérise par l'atteinte potentielle à la sécurité des personnes et les dommages qui peuvent survenir sur les habitations, les activités économiques, les services et équipements publics, les réseaux et l'environnement (pollutions).

Elle sera d'autant plus importante si le territoire met du temps à reprendre un fonctionnement normal après une inondation. Ce délai peut s'étendre de quelques jours à quelques semaines, voire des mois et des années en fonction de la gravité de l'évènement et de la préparation du territoire pour gérer cette inondation.

Si elles constituent la première réponse pour réduire les risques d'inondation, les actions de réduction de l'aléa ne sont pas toujours suffisantes. De nombreux exemples de surverses, voire de ruptures de digues et parfois même de barrages, la capacité de stockage limitée des bassins de rétention, le sous-dimensionnement des réseaux de gestion des eaux pluviales, démontrent que la réduction de l'aléa ne constitue pas l'unique réponse pour prévenir les risques d'inondation. Cela est d'autant plus vrai quand elles n'ont pas été dimensionnées en intégrant les prévisions sur le changement climatique (voir les outils proposés par Météo France tel que ClimatHD,...).

D'autres réponses peuvent être apportées pour adapter le territoire à la présence du risque d'inondation et réduire sa vulnérabilité, notamment à travers la façon d'aménager le territoire et d'intégrer l'eau dans la construction ou la rénovation de bâtiments, voire de quartiers¹² : donner plus de place à l'eau, surélever les constructions, adapter les réseaux, etc.

Enfin, d'autres actions, comme la sensibilisation des acteurs d'un territoire (habitants, entrepreneurs, élus, associations ...) à la présence du risque d'inondation, la diffusion de conseils sur les bons comportements à adopter en cas de crise, participent à rendre le territoire plus robuste et moins vulnérable¹³.

Les SafN peuvent jouer un rôle dans cette réduction de la vulnérabilité, car elles permettent de redonner plus de place à la nature dans la façon de concevoir l'aménagement (urbain en particulier) en restaurant les fonctions de régulation jouées par les écosystèmes. Recourir aux écosystèmes pour adapter le territoire aux effets du changement climatique participe également à un rapprochement entre les populations qui vivent et/ou travaillent sur ce territoire, la nature et le risque.

Pour résumer



Les SafN peuvent participer à la réduction du risque d'inondation sur un territoire, en limitant l'aléa. Dans la plupart des cas, on observe une réduction limitée des inondations ou des submersions importantes (dites "de référence", ou centennales). À dire d'experts, les SafN semblent efficaces pour réduire de petites crues, limiter les conséquences de petites pluies, qui sont généralement plus fréquentes.



Par ailleurs, le fait de s'appuyer sur le fonctionnement naturel des écosystèmes pour limiter les conséquences des inondations, peut aussi s'inscrire dans des choix en matière d'aménagement du territoire, qui contribuent à réduire la vulnérabilité de ce territoire.

12 - 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.

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

III. Quelles SafN 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 réduire les ruissellements

Les eaux de ruissellements 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. Les inondations par ruissellement pluvial sont souvent accompagnées d'autres phénomènes : glissements de terrains, coulées d'eaux boueuses, érosions des sols, etc. La rapidité avec laquelle les phénomènes surviennent, handicape par ailleurs fortement la gestion de crise.

Les eaux pluviales, quand elles sont connectées au réseau d'assainissement, créent une saturation, un débordement du réseau unitaire dans les cours d'eau, en créant un pic 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'infiltré 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 **décompactation 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-jacent¹⁴ : *"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'INRA) et joue donc un rôle d'amortisseur des pluies d'orage"¹⁵*. 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-cécologie (culture intermédiaires, cultures inter-rang, bandes enherbées, haies...) permettent aussi de stocker le CO₂ et rafraichissent 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 SafN, 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.

14 - 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.

15 - Natureparif, *Face aux inondations et pluies torrentielles, les solutions fondées sur la nature !*, 2016.

Le projet d'écoquartier des Portes du Vercors (Grenoble)

Le projet des Portes du Vercors est situé sur le territoire de Grenoble Alpes Métropole, entre la rivière Drac et le pied du massif du Vercors. Il s'agit d'un éco-quartier mixte de 100 hectares (comprenant 1 500 logements dont 25 à 35 % de logements sociaux, commerces, activités économiques, un cinéma) situé sur les communes de Fontaine et Sassenage. Ce secteur est exposé aux crues du Drac, mais également à des ruissellements fréquents en raison de la forte pente, conjugués à des débordements du ruisseau la Petite Saône.

Dans le projet en cours de réalisation, il est envisagé de remettre à ciel ouvert ce ruisseau, de créer un parc qui fera office de bassin de rétention pour les eaux pluviales et de ruissellement (Parc des convergences, lui-même relié à la trame "Mikado" et à l'étang de l'Ovalie), de créer une noue pour délester la petite Saône (en amont) vers la grande Saône et de mettre en eau vive le ruisseau des Sables.

Selon les scénarios et l'évolution du secteur, le parti pris hydraulique de remise à ciel ouvert des ruisseaux pourra se généraliser, sur le ruisseau du Vivier. Le projet a plusieurs objectifs : pallier les inondations par ruissellement d'occurrence trentennale, réduire le phénomène d'îlot de chaleur urbain, redéfinir le paysage du quartier, améliorer la qualité des usages urbains à travers la mise en place d'espaces pour les déplacements tous modes et apporter des bénéfices pour la biodiversité (notamment amélioration de l'habitat de la chouette hulotte et suivi de l'espèce par la suite).

Ainsi, les aménagements hydrauliques projetés sur la Petite Saône pour augmenter la qualité physique du milieu sont de nature à favoriser le développement de la biodiversité : alternance de courants lents et rapides, variation des profondeurs, reconstitutions de sous berges, frayères, herbiers, blocs avec caches, ripisylves, suppression de barrages, mise en place de passes à poissons. Ils constituent également le support d'une trame verte maillant l'ensemble du futur quartier : aménagement de banquettes végétalisées, disposition de strates herbacées et arbustives en haut des berges pour constituer des habitats d'espèces animales peu exigeantes (lézard des murailles, merle noir, moineau domestique ...), ou plus rares.

Au-delà des cours d'eau, les espaces désimperméabilisés ont également vocation à contribuer à la diversité végétale et animale du futur quartier : ainsi, près de 20 000 m² actuellement artificialisés (parkings, friches commerciales et industrielles) accueilleront un sous-sol fertile (terre végétale, terreau, compost) et des espaces jardinés et arborés. Les essences végétales seront variées (arbustes, cépées, baliveaux, arbres tiges, graminées...) pour constituer des habitats riches pour la faune et la flore, et reconstituer un paysage urbain agricole et forestier imprégné de l'histoire du site. La continuité des couloirs écologiques d'une rue à l'autre est garantie par les venelles et les cœurs d'îlots eux-mêmes fortement végétalisés.

Ce projet a été l'un des lauréats du Grand prix d'aménagement "Comment mieux bâtir en terrains inondables constructibles" en 2016 (repère d'or).



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

• Créer des réseaux d'eau infiltrants

La canalisation et l'enterrement des systèmes d'évacuation des eaux de pluie 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'arrivée de ce volume d'eau dans le cours d'eau, 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 favorise une évaporation plus rapide.

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.

• 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 sous-terrainne.

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.



Exemple de jardin de pluie à Asnières (ZAC des Bords de Seine).
© Urbanwater.

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.

La plantation de haies sur le bassin versant de la Lèze (Ariège, Haute-Garonne).

La vallée de la Lèze se situe en région Occitanie au sud de Toulouse. La Lèze prend sa source dans le piémont pyrénéen avant de s'écouler au travers des coteaux molassiques pour se jeter dans la rivière Ariège. Le territoire est très exposé aux ruissellements et coulées de boues. Le syndicat mixte interdépartemental de la vallée de la Lèze (SMIVAL) a été créé en 2003, notamment pour gérer les risques d'inondation et a mis en œuvre une politique d'incitation à l'implantation de haies visant à freiner les ruissellements.

Historiquement, de nombreuses haies étaient présentes dans la vallée. Mais le linéaire de 1 200 km recensé en 1980 a fortement diminué, avec 300 km disparus en 30 ans. Cela a eu pour conséquence d'accentuer les ruissellements et d'accélérer les vitesses d'écoulement. Un programme de replantation de haies a été lancé sur le territoire par SMIVAL en s'appuyant sur les expériences et expertises locales, au travers de partenariats avec les collectivités locales, les associations, les propriétaires et les exploitants agricoles.

Dans le cadre du premier PAPI de la vallée de la Lèze, le programme de plantation ciblait le fond de vallée, avec comme objectif initial de freiner la propagation des crues. Suite à un fort épisode de ruissellement en 2007, le linéaire a ensuite été élargi aux "chemins de l'eau" sur les coteaux. Un travail de recherche a été mené avec l'Institut de mécanique des fluides de Toulouse pour évaluer l'impact des haies brise crue en fond de vallée. Ainsi la présence d'une haie tous les 300 m permet de retarder la propagation de la crue de l'ordre de 10 % du temps de transfert initial.



© SMIVAL.

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'événement 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 SafN, 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.

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 SafN. Pour résumer, végétaliser un bassin de rétention ne suffit pas pour être qualifié de SafN !

À NOTER

Les toitures végétalisées : une solution pour éviter les ruissellements ?

Les toitures et murs végétalisées 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 pluies dépend de l'épaisseur du substrat (25 cm minimum) et de sa composition (proche d'un sol naturel)¹⁶. 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 urbain, 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 grimpanes, vérification des ancrages des supports). Le choix des plantes et la manière de les planter doivent être étudiés avant toute action.

La politique de gestion des eaux pluviales et de ruissellement du Grand Lyon

Sur l'aire métropolitaine lyonnaise, plus de 10 000 hectares ont été artificialisés rien qu'entre 2005 et 2015. Sur le territoire du Grand Lyon, cela contribue à l'aggravation de phénomènes de ruissellement et à la saturation, voire le refoulement des réseaux d'assainissement unitaires (comprenant également les eaux pluviales).

Confrontée à ces problématiques récurrentes, la métropole a décidé de s'appuyer sur un encadrement plus strict de la gestion des eaux pluviales via les outils règlementaires (PLUH, règlement d'assainissement, SAGE). Elle installe de nombreux ouvrages de gestion des eaux pluviales à la source afin de développer une stratégie dite de "Ville perméable". Les objectifs se déclinent aussi bien en gestion à la parcelle (en minimisant les surfaces imperméabilisées), qu'en préservation des axes d'écoulement préférentiels (forte vitesse) et de stockage.

Des noues ont été installées le long des voies de circulation pour récupérer et infiltrer les eaux des routes, les voies cyclables et les trottoirs. L'emploi de matériaux poreux (revêtements, dallages) se développent afin de traiter les eaux de pluie au plus près de là où elles tombent, mais ces solutions ne peuvent pas être qualifiées de SafN car ils ne favorisent pas spécialement la biodiversité.

La métropole a conçu des bassins permanents à ciel ouvert recueillant les eaux ruisselées. Alternative "sèche", les jardins de pluie présentent des atouts paysagers et de réduction des îlots de chaleur.

Proches des principes des SafN, d'autres techniques ont également été déployées afin de favoriser l'infiltration dans ces espaces fortement imperméabilisés : les "tranchées de Stockholm" combinent le principe de fosses terre pierre associée à une tranchée d'infiltration en partie supérieure et la plantation d'arbres dont la croissance va être fortement favorisée grâce à la présence d'espace favorable au développement racinaire, à la présence d'eau en période humide et l'efficacité des échanges gazeux au niveau des racines en période sèche.

Au total, plus de 600 bassins de rétention et d'infiltration, 28 km de noues, 8 km² de revêtements poreux et plus de 2 000 puits d'infiltration contribuent à réduire les ruissellements sur le territoire de la métropole.

Une politique volontariste de déconnexion des eaux pluviales des réseaux unitaires vise par ailleurs à limiter la saturation et le débordement des réseaux d'assainissement, et la pollution des milieux.

► Les actions qui permettent de réduire les risques liés aux débordements de cours d'eau

Pour réduire les risques liés aux inondations par débordement de cours d'eau, certaines actions consistent à limiter au maximum les obstacles pour favoriser l'écoulement naturel de la rivière. Elles permettent également d'assurer une certaine continuité écologique, bénéfique pour la biodiversité : circulation des espèces piscicoles, amphibiens, développement d'espèces floristiques le long de la rivière, etc.

D'autres actions peuvent redonner plus de place au cours d'eau de façon latérale, en facilitant les échanges entre la rivière et les zones d'expansion de crue, ce qui permet de réduire les débits et la vitesse d'écoulement en cas d'inondation.

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 obstacles 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 sont souvent busés, canalisés et souterrains. 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 possible l'évaporation et l'infiltration d'une partie de l'eau. L'apport pour la biodiversité dépendra de la façon dont est réalisé l'aménagement.

Restauration et lutte contre les inondations du ruisseau Gremillon (Grand Nancy).

En 2012, des inondations à Nancy ont provoqué un mort. A la suite de cet événement, les élus ont décidé de remettre à ciel ouvert le cours d'eau du Grémillon sur le secteur de Pulnoy et d'Essey-lès-Nancy. Cette opération s'est accompagnée d'une renaturation des abords de la rivière et de l'aménagement de bassins de rétention pour le stockage des eaux pluviales. Le projet a permis aux riverains de (re)découvrir ce cours d'eau et de profiter de ses berges pour la promenade.

• **Abaisser ou supprimer les ouvrages transversaux**

Plusieurs ouvrages peuvent perturber l'écoulement naturel de la rivière. Il s'agit généralement de seuils, barrages, murets, guets artificiels ou de tout ouvrage transversal au cours d'eau qui barrent le lit mineur¹⁷, au maximum jusqu'à son niveau de pleins bords. Construit 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 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.

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.

17 - Le lit mineur est l'espace occupé en permanence par une rivière. A 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).

• Supprimer des constructions dans le lit mineur

La délocalisation d'enjeux dans le cadre de la restauration de la Brévenne (Rhône)

Le bassin de la Brévenne et de la Turdine (nord-ouest de Lyon) fait 440 km², 160 km de cours d'eau, et recouvre 4 EPCI à fiscalité propre. Les crues peuvent être importantes à la confluence entre les deux rivières en particulier sur la commune de l'Arbresle (2008). Le 1^{er} Programme d'action de prévention des inondations (PAPI) a permis de dresser un état des lieux et identifier les poches d'enjeux les plus exposés et nécessitant des actions prioritaires.

Avant 2008, la zone du Bigout à l'Arbresle était pressentie pour accueillir une zone commerciale. Suite aux inondations et aux conséquences importantes sur ce secteur (plus d'1,5 m d'eau dans une habitation, dont l'évacuation des habitants a été complexe pour les services de secours), le projet a évolué vers une réduction de la vulnérabilité de la zone, impliquant la commune de l'Arbresle, la Communauté de communes du Pays de l'Arbresle et le Syndicat de Rivières Brévenne Turdine (SYRIBT). Plusieurs maisons de la zone inondée ont été classées en zone rouge dans le Plan de Prévention des Risques d'inondation (PPRi). Plutôt que d'implanter une zone commerciale, le projet a suivi deux nouveaux objectifs : réduire l'aléa inondation dans le centre-ville et réhabiliter le caractère écologique du site. La commune a aussi souhaité apporter une vocation de loisir à cet espace.

Le projet a été intégré au contrat de bassin et dans le PAPI (axes 5 et 6). C'est la Communauté de commune du Pays de l'Arbresle, propriétaire du foncier, qui s'est retrouvée maître d'ouvrage de ce projet d'aménagement urbain, avec l'assistance du SYRIBT pour le montage. Plusieurs aménagements ont été réalisés pour redonner plus d'espace à la rivière (suppression d'enrochements, de digues, arasement de seuils, végétalisation des berges et du lit mineur, etc.). Grâce à l'aménagement de trois "terrasses", le projet permet de réduire de 90 cm la hauteur d'eau en cas de crue exceptionnelle (basé sur une modélisation hydraulique). La communication sur le projet a toutefois insisté sur le fait que ces aménagements ne supprimeront pas totalement le risque.



Avant le projet (1984), et après la restauration de la Brévenne (2019) © SYRIBT, CCPA.

• 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 lit historique, l'écoulement se fait de manière plus naturelle, sans risque de rupture brutale d'ouvrage anthropique. La biodiversité (poissons, amphibiens, oiseaux, etc.) s'y développe mieux et la qualité de l'eau s'améliore, comme dans le cas d'élargissement du lit mineur.

Revitalisation et espaces de bon fonctionnement des cours d'eau sur le territoire Vistre-Vistrenque.

Le territoire Vistre Vistrenque, incluant Nîmes et ses alentours, est assez restreint (790 km²). Il concentre la moitié de la population du Gard et fait l'objet d'une forte pression foncière.

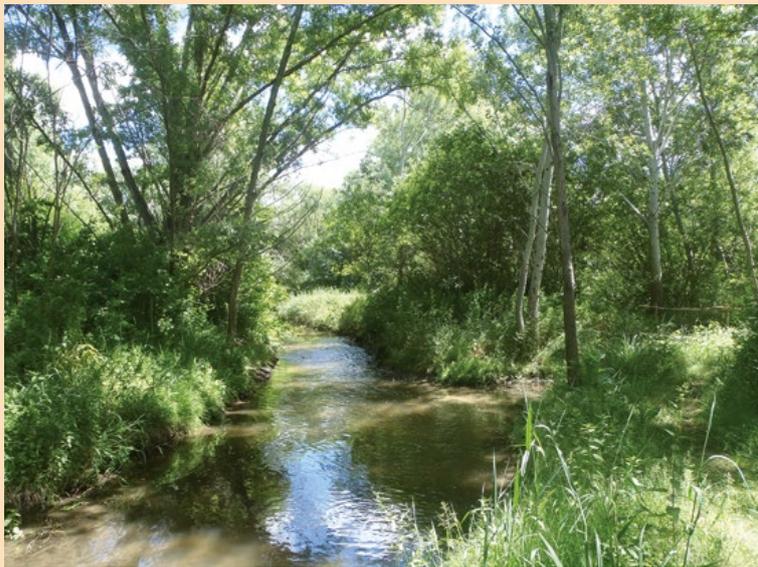
La rivière Vistre a été canalisée et endiguée au cours de la seconde moitié du XX^e siècle. Les milieux associés ont ainsi vu leur qualité se dégrader en raison des rejets permanents des stations d'épuration, des apports agricoles et industriels du territoire. En période de basses eaux, une part importante des débits d'étiage du Vistre et de ses affluents provient de ces rejets (le Vistre a parfois été qualifié "d'égout à ciel ouvert"). Les vitesses d'écoulements peuvent être importantes lors d'épisodes cévenoles, avec des impacts dramatiques tant pour les habitants (la moitié vit en zone inondable) que sur les infrastructures et les diverses activités. Outre le risque lié aux débordements des cours d'eau, le territoire est également soumis aux ruissellements torrentiels directement liés aux fortes intensités pluviométriques.

Le syndicat mixte du bassin versant du Vistre est créé en 1998 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. Dans ce cadre, des travaux de revitalisation sont conduits sur trois sites pilotes en 2003-2004.

Depuis, les opérations se poursuivent dans le cadre d'un schéma de revitalisation porté par le syndicat: le lit canalisé est comblé et un nouveau lit, sinueux, aux berges à pentes douces et végétalisées, est créé, plus proche de ses anciens cours. Les objectifs poursuivis ciblent l'atteinte du bon potentiel/bon état (selon les cours d'eau) fixés par le SDAGE Rhône Méditerranée. A ce titre, un contrat de revitalisation avec l'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse a été signé. Les objectifs associés visent également à ralentir les écoulements pour réduire le risque d'inondation et permettre à la population de se réapproprier les rivières.

Les aménagements se révèlent efficaces pour des "petits" évènements (Q10) ; ils retardent l'arrivée du pic de crue en aval et limitent l'érosion des berges. La démarche a également eu un impact positif sur la biodiversité faunistique (avifaune, piscicole, castors et tortues aquatiques patrimoniales notamment) ou floristique (ripisylve, espèce floristique patrimoniale) qui fait l'objet d'un suivi.

En outre, en complément du schéma de revitalisation, le syndicat devenu EPTB Vistre Vistrenque en 2020, a défini les espaces de bon fonctionnement (EBF) des cours d'eau à destination des documents de planification. Il répond ainsi à l'un des objectifs fixés par le Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) Vistre, Nappes Vistrenque et Costières qu'il porte. L'EBF est d'ailleurs repris par le Schéma de cohérence territoriale (SCoT) Sud Gard mis en œuvre.



Le site de Bouillargues, 10 ans après les travaux. © EPTB Vistre Vistrenque.

• Restaurer le lit mineur

Cette action correspond au recul, voire à la suppression d'ouvrages de protection de type digues ou systèmes d'endiguement, dont le recul, ce qui a pour effet d'élargir le lit mineur. **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**

La création de banquettes végétalisées dans le lit d'une rivière trop rectiligne permet de **diversifier les écoulements pour éviter l'envasement** en période de sécheresse. Combinée avec l'aménagement des berges en pente douce, cette action augmente la capacité de stockage en période de crues. Les banquettes végétalisées sont également propices au développement d'une flore adaptée (iris, carex, joncs...) qui stabilisera les berges et accueillera de nombreuses espèces (libellules, grenouilles, ...).

Restauration des espaces de mobilité du cours d'eau du Giffre (Morillon La Rivière Inverse, Verchaix, Taninges).

Le Giffre est une rivière torrentielle de montagne, dont les crues morphogènes érodent fortement les berges. C'était le cas notamment aux abords d'une station d'épuration et d'une décharge inerte. Plutôt que de protéger ces enjeux au moyen d'ouvrages classiques de type protection de berge, le SM3A (Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et de ses Affluents) a choisi de retirer la décharge, afin de pouvoir élargir le lit du cours d'eau (de 40 m à 90 m de large) et ouvrir des chenaux pour favoriser un reméandrage. L'objectif poursuivi était de diminuer les vitesses d'eau et la lame d'eau, avec pour conséquence de stopper l'incision, réduire le processus érosif des berges, et favoriser les phénomènes de dépôt / reprise de matériaux. Le retour vers un fonctionnement morphologique plus naturel permet ainsi à la fois de réduire les risques sur les enjeux proches de la rivière, tout en favorisant la transparence sédimentaire et l'apparition de milieux naturels spécifiques aux rivières en tresses.



Image aérienne post travaux. © SM3A

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 temporaire de l'eau en cas d'inondation**. 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).

Il peut être décidé de les reconnecter aux cours d'eau en abaissant les niveaux des systèmes d'endiguement ou des merlons présents en hauts 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 d'un terrain et 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.

Exemple de la restauration du Saint-Ruph-Glière-Eau-Morte par la Communauté de communes des Sources du Lac d'Annecy (74)

La Communauté de communes a réalisé une vaste opération de restauration de rivières sur les bassins du Fier et du lac d'Annecy de 2015 à 2020. La rivière Saint-Ruph-Glière-Eau-Morte prend sa source dans le massif des Bauges et constitue l'un des affluents principaux du lac. Elle traverse trois zones naturelles et quelques zones urbanisées, dont la ville de Faverges. Les inondations qu'elle génère sont torrentielles avec des transits solides, susceptibles de causer de lourds dégâts.

La rivière a subi plusieurs aménagements depuis le XVIII^e siècle (endiguements, travaux de stabilisation du lit et des berges, extraction de matériaux, etc.). En 2005, une étude sur le fonctionnement global de la rivière est réalisée. Elle a pour objectif de concilier deux enjeux : réduire les risques d'inondation avec transports solides et améliorer la qualité des milieux naturels (dont le marais de Giez).

Plusieurs aménagements ont donc été envisagés à partir de 2008 :

- restaurer le fonctionnement de la plaine alluviale (Mercier)*
- reconnecter le Marais de Giez à la rivière, en période de crues.*
- restaurer les continuités écologiques dans la traversée de Faverges.*
- réduire les apports exceptionnels en matériaux provenant du bassin amont par restauration du fonctionnement de plusieurs espaces alluviaux : La Plaine de Mercier (-2015) la plaine des Buissons - Nant de Montmin (2023), et restaurer l'Eau Morte dans le golf de Giez (reméandrage - non programmé).*

Les travaux réalisés dans le bourg de Faverges (effacement de seuil, mobilisation de l'espace fonctionnel, abaissement du lit de 70 cm et confortement des pieds de berges) permettent de réduire le risque d'inondation pour un aléa centennal. Dans la plaine de Mercier, l'aménagement en tresse permet une répartition de l'onde de crue et freine l'eau. Enfin, le marais de Giez se trouve connecté à la rivière et joue un rôle tampon en cas de crue.

Du point de vue de la biodiversité, la continuité écologique a été rétablie entre la source de la rivière et le lac d'Annecy. Dans la plaine de Mercier (et bientôt dans la plaine des Buissons) la rivière a été "reconnectée" à une forêt alluviale, 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. Plusieurs suivis ont été mis en place, avec pour certains l'intervention du Conservatoire d'espaces naturels (CEN) de Haute Savoie, sur l'évolution de la végétation aux abords des mares, le suivi des amphibiens, reptiles, poissons.

Les travaux (phase 1 à 3) ont commencé en 2015 pour s'achever en 2020, pour un coût total de 2,8 millions d'euros. L'ensemble de la démarche comprenant l'étude et les travaux ont été financés par l'Union européenne (FEDER), l'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, le Département de la Haute Savoie, la commune de Faverges et la communauté de communes des Sources du Lac d'Annecy. En 2021 des travaux de restauration de l'espace de mobilité de l'Eau Morte (enlèvement d'obstacles à l'écoulement (vieux remblais) en amont de secteurs impactés par les inondations complètent la stratégie, les autres travaux interviendront entre 2022 et 2025.

Conçu à l'échelle du bassin versant, ce projet apporte une réponse à des enjeux de biodiversité, des enjeux hydrauliques et de gestion des risques, ainsi que d'aménagement du territoire. Sa réussite s'explique en partie par la mobilisation des élus du bassin dès 2008 pour porter ce programme de travaux ambitieux pendant 12 ans.

• Créer ou restaurer une zone humide

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). 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 mais aussi sur l'ensemble du bassin versant d'un cours d'eau.

Restauration d'une zone humide le long de la Bièvre (Yvelines, Essonne).

La Bièvre est un affluent de la Seine qui coule de Guyancourt à Paris, il est alimenté par plusieurs rus. L'hydrographie du bassin est complexe. Celui-ci a notamment été aménagé sous Louis XIV pour permettre l'alimentation en eau du château de Versailles via des rigoles. Les cours d'eau sont en partie enterrés aujourd'hui.

Suite aux inondations de 1973, 1978 et 1982, le syndicat intercommunal pour l'assainissement de la vallée de la Bièvre (SIAVB) a initié un programme de travaux visant à aménager des bassins de rétention en plans d'eau permanents associés à un système de télégestion et de régulation hydraulique automatisés.

Certains plans d'eau ont depuis été vidangés afin notamment de reconstituer des espaces humides, permettant l'expansion des eaux et la rétention d'eau en cas de crue. Parmi les bénéfices observés, ces aménagements procurent un habitat pour de nombreuses espèces faunistiques et floristiques. Par exemple, apparition en moins d'un an d'une communauté de vases fluviatiles, d'hélophyte, de parvoroselières pionnières, d'herbiers annuels des eaux courantes, de végétations nitrophiles des vases exondées, etc. Parmi les espèces rares et/ou remarquables recensées sur le site : le mélilot élevé, le chénopode glauque, la patience maritime, la rorippe des marais, l'agrion orangé, la libellule fauve, etc.

Ces aménagements ont également permis d'atténuer fortement les crues du bassin de la Seine en mai-juin 2016 et janvier 2018. Grâce à la capacité de stockage de ces milieux humides (environ 100 000 m³) aucune zone présentant des enjeux n'a été touchée durant ces inondations.



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

• Développer 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 préférant sa libre évolution.

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 : amélioration de la qualité de l'eau, lutte contre les inondations et 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.

Le projet Isère Amont porté par le SYMBHI (Isère).

La vocation première de ce projet était la prévention et la protection contre les inondations de 29 communes du bassin versant de l'Isère, soit plus de 300 000 habitants pour un montant total de 135 millions d'euros HT dont 11 millions d'euros HT pour des opérations de restauration écologique qui ont été réalisées dès 2012.

Parmi les actions permettant un retour à un meilleur état écologique de la rivière, 13 km de digue ont été effacées, pour permettre à la rivière d'inonder jusqu'à 300 ha de forêt alluviale à partir des crues de faible intensité (tous les 2 à 5 ans).

La restauration de la zone humide des Pâtures (Eure).

Aux abords d'un champ captant d'eau potable, une zone humide a été restaurée le long des berges de l'Eure, pour protéger la ressource en eau. Au début du siècle dernier, cet espace servait de zone de pâturage, mais cette activité a été abandonnée dans les années 1950 pour laisser la place à une plantation de peupliers. Les travaux réalisés sur le site ont permis d'augmenter l'inondabilité de la zone qui est sollicitée pour chaque petit événement d'inondation, mais n'ont cependant pas permis d'augmenter la capacité de stockage d'eau en cas de crue.

Les bonnes pratiques en matière d'entretien des cours d'eau sont-elles des SafN ?

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, sur le plan de la réduction du risque d'inondation, 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'aggravent 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 enlevant ces embâcles, débris et atterrissements, qu'ils soient flottants ou non. Toutefois, 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 causé 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'événements 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, correspondant à des milieux distincts :

- **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 sables présentes sur diverses façades maritimes. Ils constituent une protection naturelle et abritent une biodiversité spécifique (oiseaux, lézards, plantes caractéristiques de ces milieux tels 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 favorisant le plus possible les 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). Cette dernière permet de limiter 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, il semble toutefois difficile, à dire d'experts, de maintenir un niveau de protection suffisant via ces éléments naturels pour faire face à l'augmentation des événements extrêmes, dans un contexte de montée des eaux inéluctable.

Le maintien des dunes par des fils lisses (Vendée).

Face à l'érosion des dunes de sables amenée à être intensifiée par le changement climatique et la montée du niveau de la mer, il a été décidé dès 2009 de réunir l'Université de Nantes, le BRGM et l'ONF au sein de l'Observatoire du Littoral. Suite à des études scientifiques et bibliographiques associées aux conseils de gestionnaires d'autres territoires, 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.

Environ 14 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 accompagnent 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 dunaire. Cette solution est très efficace : elle protège la dune des piétinements et accompagne le processus de régénération naturelle de la dune, tout en préservant la biodiversité. Peu coûteux (10 €/mètre linéaire), ces aménagements ont été réalisés sur 14 km de dunes et les totems sur huit secteurs du territoire de l'intercommunalité, et pourraient être transposés sur d'autres littoraux.



De 2010 à 2012, l'évolution des dunes suite à la tempête Xynthia et l'effet de la protection du fil lisse.
© Jean Magne / CC Océan-Marais de Monts.

ATTENTION

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

Si ces solutions peuvent permettre de 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.

• 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 et d'instructions réglementaires. Un rechargement peut aussi être effectué au niveau du versant interne de la dune (côté terrestre) ou pour conforter les cordons arrières.

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.

La restauration du cordon dunaire de la pointe de l'Espiguette (Le Grau du Roi, Gard).

Dans le Gard, au Grau-du-Roi, le littoral est soumis à un double processus d'érosion et accrétion. Si la commune souhaitait à l'origine poursuivre la construction d'ouvrages de protection déjà présents le long des côtes (épis), elle a finalement changé de stratégie sous l'impulsion de la DREAL et du Département du Gard.

Le territoire est très densément urbanisé et soumis à des pressions touristiques fortes l'été, qui contribuent à l'érosion du littoral. À la pointe du site classé de l'Espiguette, l'objectif était de créer un cordon dunaire de 5 km pour compléter le cordon existant. Finalement, c'est un cordon dunaire de 11 km et d'une hauteur de 3 m NGF (nivellement général de la France) qui assure la protection du site essentiellement agricole et naturel face à la submersion marine, et qui permet d'éviter une inondation du centre-ville du Grau du Roi par l'arrière.

Outre la création de cordons dunaires, le projet a aussi inclus une réhabilitation de dunes, de talus, la surélévation de chemins et la restauration de parcelles agricoles pour un montant global de plus de 2 millions d'euros. La commune a été accompagnée par l'ONF, le Conservatoire du littoral (propriétaire des terrains), le syndicat mixte pour la protection et la gestion de la Camargue gardoise, l'EID-Méditerranée (Entente Interdépartementale pour la démoüstication du littoral méditerranéen) et le Conservatoire d'espaces naturels.

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

L'estran est la zone délimitée par 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 faut cependant également veiller à ne pas introduire d'espèces exotiques envahissantes dans des milieux fragiles car l'action serait alors contre-productive du point de vue des bénéfices apportés à 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 même 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 vagues¹⁸. Le but est de restaurer les milieux pour permettre le développement "naturel" des arbres plutôt que la plantation.

La restauration et la création d'une mangrove en Martinique

La Communauté d'agglomération du centre de la Martinique (CACEM) fait partie des 10 sites pilotes du programme démonstrateur du projet life ARTISAN. Dans ce cadre, elle développe un projet de restauration d'une mangrove et de création d'une néo-mangrove.

*Le projet est situé au niveau de l'anse de l'étang des Z'Abriots au nord de la baie de Fort-de-France en Martinique et, plus particulièrement, au niveau de l'extrémité de la Pointe des Sables bordant le port de plaisance de l'étang des Z'Abriots. Ce port est notamment exposé à la houle et à l'agitation des vagues. L'objectif est de diminuer les conséquences des submersions marines sur le site portuaire en accroissant la fonction protectrice de la Pointe des Sables, grâce à la présence d'une mangrove constituée majoritairement de palétuviers *Rhizophora mangle*. L'intérêt du projet est d'utiliser cette "infrastructure verte" en mettant à profit sa résistance et son auto-réparation face aux événements météorologiques extrêmes.*

Il s'articule en trois étapes intrinsèquement liées :

- *implantation des dispositifs favorisant l'accrétion (pieux en bois local),*
- *croissance de la zone d'accrétion sédimentaire et création progressive de conditions propices au développement d'une néo-mangrove,*
- *développement de la néo-mangrove et de la biodiversité associée, permettant de réduire les effets de la houle sur les enjeux portuaires.*

La collectivité a défini des indicateurs afin de suivre la réalisation des objectifs concernant notamment le développement d'une nouvelle mangrove et l'accroissement de la biodiversité liée aux palétuviers, ou encore le renforcement de la protection du port face à l'élévation du niveau marin et l'expérimentation d'une approche alternative aux infrastructures lourdes.



© Cacem

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

• 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 méditerranéennes¹⁹. Enfin, ils fixent le CO₂ et libèrent de grandes quantités de dioxygène.

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 **l'énergie de la houle** (même en cas de tempêtes) **se dissipe avant d'arriver dans les terres, et limite les possibilités de rupture brutale d'ouvrages**. Cependant, sur des territoires où le niveau NGF 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 sol²⁰.

• Dépoldériser

Un polder est un espace gagné par l'homme sur la mer, grâce à des ouvrages (systèmes d'endiguement) dans un premier temps, puis l'assèchement dans un second temps via un apport de sable par exemple. Les polders diminuent ainsi l'écoulement naturel de l'eau et bloquent la recharge sédimentaire de ces espaces. 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 **reconnecter ces territoires à la mer et d'apporter un bénéfice pour la biodiversité tout en réduisant les risques de submersion potentiellement brutaux en cas de rupture d'ouvrages**. Il 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.

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.

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

La renaturation des anciens Salins de Camargue (Gard).

Le site des "Étangs et marais des Salins de Camargue", d'une superficie de 6 500 ha, situé dans le delta du Rhône, a fait l'objet d'une acquisition progressive par le Conservatoire du littoral depuis 2008. Ce site, protégé des intrusions marines par une digue frontale, avait été aménagé (chenaux, dispositifs de pompage, digues, ouvrages hydrauliques, etc.) pour y permettre le développement de la saliculture depuis le milieu du XIX^e siècle jusqu'à l'arrêt de l'activité en 2009.

Le Conservatoire du littoral et les trois co-gestionnaires du site (Parc naturel régional de Camargue, Réserve nationale de Camargue, Centre de recherche de la Tour du Valat) ont alors décidé de passer d'une gestion initialement poldérisée pour soutenir l'activité salinière vers la renaturation progressive des anciens salins en acceptant l'évolution à long terme du trait de côte, y compris dans les secteurs soumis à l'érosion et à la submersion marine.

L'abandon de l'entretien de la digue frontale a entraîné sa dégradation et l'apparition de brèches favorisant les entrées d'eau, ce qui a permis un retour progressif à un fonctionnement naturel des étangs et leur reconnexion avec la mer. Un lido naturel est en cours de reconstitution à l'arrière de la digue, son affaissement ayant permis de restaurer la dynamique côtière.

Outre son intérêt en termes de paysages et de biodiversité, le site des anciens Salins de Camargue constitue désormais un espace naturel de dissipation de l'énergie de la mer en cas de phénomène de submersion avant que celle-ci n'atteigne les ouvrages protégeant les enjeux humains situés plus à l'intérieur des terres et qui font l'objet de plusieurs projets de confortement.



Digue frontale en cours d'affaissement avec apports des sédiments par la mer permettant la reconstitution d'un lido sur le site des étangs et marais des salins de Camargue. © Antoine Arnaud et Loïc Willm, Tour du Valat.

• Recomposer le territoire

Déplacer des constructions du littoral vers l'intérieur des terres et renaturer ces espaces, constituent des actions visant à redonner plus de place à la mer et la nature. Elles limitent l'endommagement lié au recul du trait de côte et l'exposition des constructions aux phénomènes de submersion marine. Elles apportent également une réponse pour l'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 peuvent s'inscrire dans une réflexion plus globale, et pas uniquement à l'échelle de la cellule hydrosédimentaire²¹, 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 est aujourd'hui "canalisé" par des merlons et des digues. Il longe 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 a été 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 agricoles 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 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.

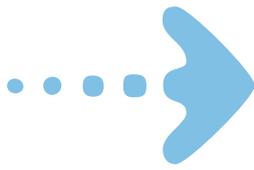
En lien avec l'Etablissement public foncier de Normandie (EPF), le Conservatoire du littoral a identifié des parcelles où le camping pourrait être relocalisé (sur les deux coteaux bordant la vallée). Les travaux devraient commencer en 2022. Une fois le camping déplacé, l'ancien site sera renaturé et 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).



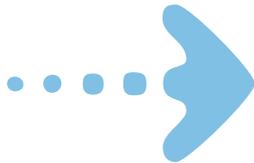
La basse vallée de la Sâane. © Frédéric Larrey /Conservatoire du littoral.

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 présentés ici ne sont pas tous des SafN, mais permettent d'illustrer différentes pratiques mises en œuvre aujourd'hui par les collectivités qui s'en approchent.

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



- **Est-ce que le projet limite les conséquences du risque d'inondation sur mon territoire?**
- **Est-ce que la solution apporte un/plusieurs bénéfice(s) pour la biodiversité ?**
- **Est-ce que la solution permet une adaptation au changement climatique dès aujourd'hui ou à moyen/long terme ?**

IV. 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 SafN et faciliter leur mise en œuvre par les collectivités.

► Avoir une maîtrise d'ouvrage solide

Dans la plupart des projets pouvant s'apparenter à une SafN 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).

Dans le cadre du projet de recomposition spatiale de la vallée de la Sâne 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 Sâne, et déjà inondé à plusieurs reprises. Dans le cadre du travail partenarial engagé avec le Conservatoire du littoral et la Région, il apparaît 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 la 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.

À l'heure actuelle, la plupart des collectivités ne se tournent pas spontanément vers les SafN 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 SafN 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 SafN. 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

En 2012, des inondations mêlant débordements de cours d'eau et ruissellement d'une intensité rare se sont produites à Nancy, provoquant un décès. A la suite de cet événement, il a été décidé sur les communes de Pulnoy et d'Essey-lès-Nancy (Grand Nancy) de remettre à ciel ouvert un cours d'eau, le Grémillon. Cela s'est accompagné d'une renaturation du cours d'eau, via la création de mares, un reméandrage, la destruction d'un canal en béton pour créer le lit du ruisseau sur un sol "naturel".

La capacité de stockage de l'eau a été augmentée via des champs d'expansion de crue ainsi qu'une zone de débordement préférentiel aménagés à l'amont, des bassins de rétention et des plans d'eau. Ces derniers ont permis aux habitants de s'approprier la présence de ce cours d'eau et de ses berges en ville.

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. Pour communiquer sur les options possibles pour réduire le risque d'inondation, la collectivité s'est 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. Cette AMC a permis d'aboutir à une solution consensuelle remportant l'adhésion des communes concernées et de l'Agence de l'eau Rhin Meuse.

Il a également fallu convaincre certains élus de l'efficacité et des coûts moindres de solutions "naturelles" en milieu urbain, comme par exemple les cheminements piétons en matériaux perméables au lieu d'enrobés, la suppression des berges bétonnées, le remplacement des pelouses et zones engazonnées par des prairies fleuries, etc. Certains habitants ont également exprimé des craintes sur le fait de laisser le cours d'eau divaguer naturellement.

Mais la difficulté majeure a concerné le secteur amont du projet, situé dans une zone agricole. Les propriétaires de ces terrains agricoles se sont opposés au projet et la collectivité n'a pas réussi à les convaincre d'enlever les canalisations, malgré l'appui de la chambre d'agriculture et de l'agence de l'eau.



*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).*



À NOTER

Pour éviter les réticences, voire les oppositions et les contentieux, 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,
- les associations de protection de l'environnement,
- les associations d'usagers, les associations sportives, les associations de chasse et de pêche,
- les professionnels, notamment du tourisme,
- etc.

Dans le cas du projet Romanche Séchillienne (Isère), la réalisation des nombreux travaux et aménagements a été accompagnée d'un processus de concertation soutenu : création d'un comité de suivi du projet réunissant les riverains, les collectivités, les associations locales, qui se réunissait une fois par an, réunions du comité technique deux fois par sur le contenu des études et travaux.

Durant la phase d'acquisition foncière, des conventions ont été signées entre les différents protagonistes (Société d'aménagement foncier et d'établissement rural-SAFER, EDF, syndicat), permettant à chacun d'intervenir dans un cadre juridique sécurisé, ce qui a également contribué au bon déroulement de cette phase parfois délicate.

Lors du projet Isère Amont, le Syndicat mixte des bassins hydrauliques de l'Isère a constitué un comité scientifique associant des experts pour la gestion des espèces protégées concernées par le projet.

Concernant la restauration du Saint-Ruph-Glière-Eau-Morte par la Communauté de communes des Sources du Lac d'Annecy, les dispositifs mis en œuvre ont été accompagnés par un processus de dialogue territorial visant à mobiliser les riverains, dans lequel les solutions mises en œuvre à l'aval ont été co-construites avec les habitants impactés par les crues exceptionnelles de 2015 et 2018.



Projet Isère amont - Restauration de l'espace de bon fonctionnement sur le secteur de Pré Pichat à Crolles intégrant le rajeunissement de 9,5 ha de boisement alluvial, la réouverture d'un bras sur 350 ml et d'un bras phréatique sur 600 ml. © Symbhi – Photec.

► 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 :

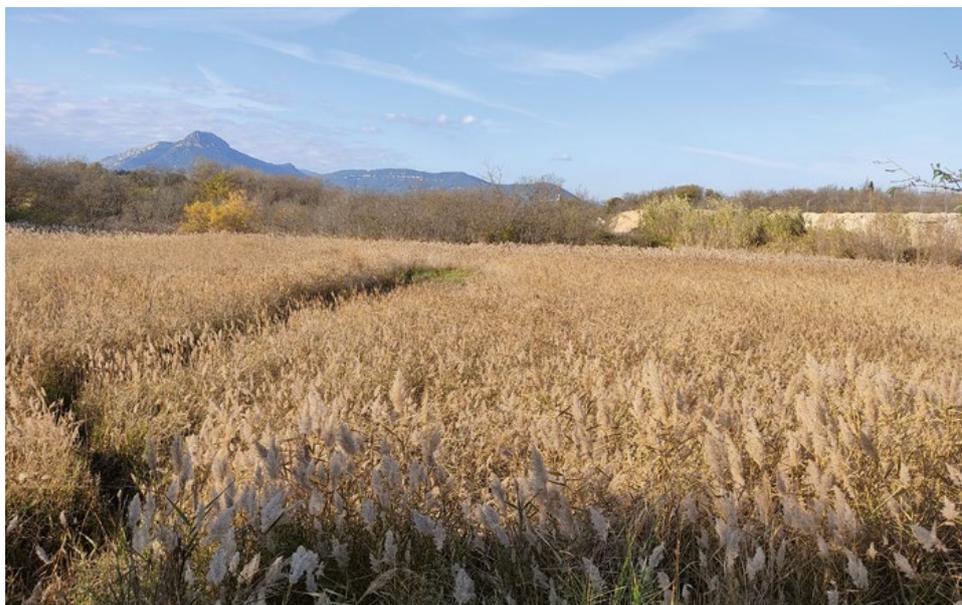
- 1° L'aménagement d'un bassin ou d'une fraction de bassin hydrographique ;
- 2° L'entretien et l'aménagement d'un cours d'eau, canal, lac ou plan d'eau, y compris les accès à ce cours d'eau, à ce canal, à ce lac ou à ce plan d'eau ;
- 5° La défense contre les inondations et contre la mer ;
- 8° La protection 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.



Marais de l'Estagnol.
© Syndicat de Gestion
de l'Eygoutier.

Projet de restauration du marais de l'Estagnol (Toulon).

Le marais de l'Estagnol, l'un des derniers marais d'eau douce de basse altitude de France méditerranéenne, se situe à la source de deux cours d'eau, dont l'Eygoutier, sur le territoire de la commune de La Crau, au sein de la Métropole Toulon Provence Méditerranée.

Le projet consiste à restaurer environ 28 ha de marais pour préserver une biodiversité déjà très présente sur le site, mais soumise à une pression foncière forte. De nombreux aménagements sont présents sur ce secteur inondable par débordement de cours d'eau : autoroute, voie ferrée, zone pavillonnaire, zone d'activité, équipements publics, laissant peu de place à la nature.

Le marais a été soumis à l'urbanisation jusqu'à son classement en zone naturelle "Ns" dans le PLU en 2012. Il a été soumis à des remblaiements massifs depuis les années 1960 et subit encore de petits remblais ponctuels.

Le projet rentre dans l'exercice de la compétence GEMAPI exercée par le Syndicat de Gestion de l'Eygoutier. Ce dernier a procédé à un sondage des remblais présents sur le site, réalisé un modèle hydraulique pour définir les zones inondables et évaluer l'exposition des enjeux humains. Après avoir procédé à une analyse des études réalisées sur le marais, effectué des diagnostics hydrogéologique, hydraulique, faune/flore et social, le syndicat étudie les aménagements possibles pour le site.

Plusieurs opérations sont prévues pour préserver ce réservoir de biodiversité et le rôle du marais dans la continuité écologique, tout en réduisant le risque d'inondation grâce à la fonction "éponge" de cette zone humide (atténuation des pics de crue). L'objectif est de restaurer le marais, lui redonner son caractère humide et les habitats et espèces associées.

Les autres bénéfices attendus sont l'amélioration du cadre de vie des riverains, la sensibilisation à la nature, le soutien des débits d'étiage, l'épuration et la création d'un îlot de fraîcheur, particulièrement apprécié dans cette région.

L'alinéa 1 ne mentionne pas explicitement les Solutions fondées sur la Nature, mais peut servir de cadre à la réalisation d'une SafN. Un aménagement réalisé à l'échelle d'un bassin hydrographique, telle qu'une zone d'expansion des crues par exemple, pourrait être qualifiée de SafN, 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 événement fréquent pour s'adapter à des inondations plus importantes à l'avenir, etc.).

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 SafN, 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 SafN 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 simple sur le plan administratif²³.

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).

Les collectivités exerçant la compétence GEMAPI peuvent donc développer des actions de type SafN, principalement dans le cadre des alinéas 1 et 8, bien que ce ne soit pas l'objectif de cette compétence.

Cependant le cadre de la compétence GEMAPI peut présenter quelques limites pour la mise en œuvre des SafN :

- **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 SafN 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 parfois difficilement compatibles avec la présence d'arbres ou de végétation dans les ouvrages (risques de fragilisation de l'ouvrage, présence d'animaux fouisseurs dans les digues en terre, etc.).

Pour résumer



La compétence GEMAPI peut servir de cadre juridique à la réalisation de certaines SafN, en particulier concernant 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.

Le contenu de la compétence présente toutefois quelques limites et ne permet pas de répondre à toutes les situations où un risque d'inondation peut survenir.

► Inscrire la SafN dans un projet de territoire

Les SafN peuvent être perçues comme des solutions techniques pour réduire les conséquences d'une inondation sur un territoire. Par exemple recréer une zone d'expansion de crues pour limiter les débordements de cours d'eau. Mais elles peuvent aussi être appréhendées comme une composante de l'aménagement du territoire et faire partie d'un projet de renouvellement de ce territoire tenant davantage compte du risque d'inondation.

Comment s'y prendre ? Plusieurs outils peuvent être mobilisés par les collectivités, les services et établissements de l'État, voire les professionnels de l'aménagement, de la planification à l'aménagement plus opérationnel.

Intégrer les SafN 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 SafN sur le terrain. Les études effectuées dans le cadre du projet ARTISAN, sur la prise en compte des SafN 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 SafN.

• **Au niveau des bassins hydrographiques : les SDAGE et les PGRI.**

Bien qu'étant élaborés à la même échelle, ces deux documents n'ont pas la même finalité et ne sont pas élaborés par les mêmes acteurs. 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 est élaboré par le comité de bassin et fixe, pour chaque bassin hydrographique, les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau. A ce titre, il peut comporter des orientations concernant la prévention des inondations et les SafN.

Quelques exemples de dispositions et mesures contenues dans des SDAGE qui pourraient être considérées comme des SafN²⁴.

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 (masses d'eau côtières et récifales)
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.

Par ailleurs, voici d'autres dispositions de SDAGE qui favorisent la mise en œuvre de SafN, 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 Etudes 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

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 (SafN) dans les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SDAGE)", *Projet Life ARTISAN, Office Français de la Biodiversité, 2022.*

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 l'État (DREAL de bassin), à l'échelle du district hydrographique pour 6 ans.

Exemples de dispositions dans le projet de 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 Ile-de-France) planifie à moyen/long termes les grandes orientations de développement de la région. Il contient un rapport, un fascicule de règles et des annexes. Il fixe notamment des objectifs de lutte contre le changement climatique, la gestion économe de l'espace et peut inciter à recourir aux SafN.

• 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 SafN 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 SafN pour l'adaptation du territoire aux effets du changement climatique.

Exemple du 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 SafN, 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.

Exemple du SAGE de l'Yerres, en 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 de grandes orientations de développement 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 SafN pour prévenir les risques d'inondation est d'être à la fois le “réceptacle” des dispositions du PGRI, SDAGE et du/des SAGE avec lesquelles il est compatible, et à la fois le document qui peut influencer 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 SafN.

Exemple du 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.

Exemple du SCOT du Pays du Calais, modifié en 2017.

Le SCOT du Pays du Calais définit des 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 vulnérable. 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).

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 SafN, 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.

Exemple du PLUi de la Communauté de communes des Sources du Lac d'Annecy (74)

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 agricoles 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 [...]."

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 pleine terre ou le coefficient de biotope de surface**.



Le coefficient de pleine terre

Cette notion n'est pas définie dans le Code de l'urbanisme mais figure pour autant dans de nombreux PLU(i). Elle peut s'appréhender comme 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 espaces végétalisés 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.



*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, qui permet de 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 à cet outil n'est pas obligatoire. Mais 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, recharge de la nappe phréatique, création et valorisation d'espace pour la biodiversité.

Exemple du 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 SafN. 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.

Pour résumer

Plusieurs outils d'aménagement du territoire peuvent être mobilisés par les acteurs pour inciter au développement de SafN et prévenir les inondations sur les territoires. Bien qu'ils ne soient 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.



Plusieurs de ces outils sont entre les mains des collectivités et peuvent constituer une occasion d'inciter voire d'imposer le recours à la nature pour adapter l'aménagement du territoire à des événements 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 Énergétique pour la Croissance Verte de 2018 a abaissé ce seuil à 20 000 habitants.

Introduire les SafN dans les projets d'aménagement

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 favoriser l'infiltration des petites pluies pour limiter les risques de ruissellement.

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.

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 (en cours).

La ZAC Sud Ouest 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, 150 000 m² de bureaux, activités et commerces, des équipements publics (le CHU de Nantes) et un grand parc urbain en bord 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 réduire les ruissellements, un objectif de “zéro artificialisation nette” d’ici 2050.

Née dans les années 80, 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 2018, à travers l’objectif de “Zéro artificialisation nette” (ZAN) d’ici 2050.

La mise en application de cet objectif est détaillée dans la loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 “Portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets”, qui pose des objectifs contraignant 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 impose ainsi une diminution de l’artificialisation du territoire dans la décennie à venir (2021 – 2031) : celle-ci ne doit pas dépasser de 50% l’artificialisation des dix années passées (2011 – 2021). Cet objectif s’applique aux documents d’urbanisme tels que les SRADDET dont les contenus devront être rendus compatibles avec la loi d’ici 2 ans, 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 instaurant un coefficient d’imperméabilisation à la parcelle 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.**

Lutter contre l’artificialisation des sols pour la protection des écosystèmes.

La loi dite “Climat et résilience” citée ci-dessus prévoit également l’élaboration d’une stratégie nationale des aires protégées pour 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 place de la “nature” dans l’aménagement

Les actions intégrant des SafN invitent à accepter 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 sur le territoire au sein des politiques d’aménagement qui peut être redéfinie.

Inciter les collectivités à se lancer dans des SfN signifie aussi leur proposer de nouvelles façons d’urbaniser 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 les sensibiliser à cette dimension “nature” dans la conception de l’aménagement.

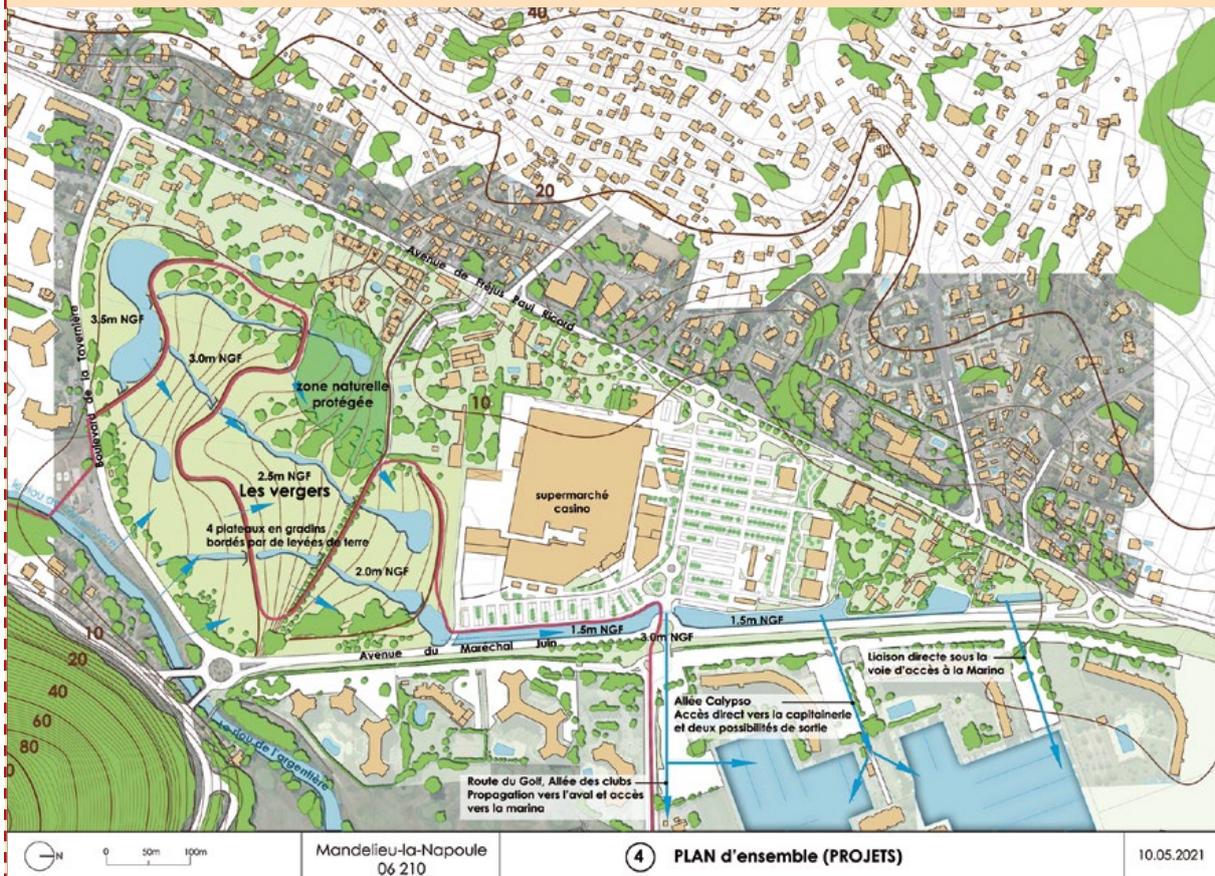
La démarche de renouvellement urbain d'un quartier de Mandelieu-la-Napoule (Alpes Maritimes).

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 (ayant causé la mort de 8 personnes) et 2019.

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 SafN.



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

Si le projet de SafN ne semble pas toujours limiter les effets d'une inondation importante, la réduction des événements 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 événements 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 événements 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.

En l'absence d'outil ou de disposition contraignante, la biodiversité disparaît très souvent des projets et a 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 SafN.

Conjuguer présence de l'eau et du risque, ainsi que des gains pour la biodiversité dans un projet d'aménagement implique de changer la perception du risque sur le territoire. 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, mais qui peut néanmoins faire peur. 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.

► Anticiper la gestion 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 dont les terrains sont 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.
- **les servitudes** : certaines sont bien connues telle 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 public²⁶.

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.

La maîtrise foncière de sites à aménager pour réduire les risques de débordements rapides et de ruissellement (Communauté de communes du Golfe de Saint-Tropez).

Le territoire de la Communauté de communes du Golfe de Saint-Tropez (CCGST) comprend 12 communes et est soumis aux débordements des fleuves côtiers (surtout Giscle et Préconil) et au ruissellement. La majeure partie des enjeux se concentre sur le littoral. La CCGST 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 projets d'aménagement destinés à réduire les risques, l'EPCI a défini une stratégie foncière dans le PAPI pour cadrer 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 auprès des propriétaires.

Chaque cas étant particulier, tous les outils ont été évoqués pour disposer du foncier et faire les travaux: acquisition amiable, expropriation, conventions d'occupation pour aménagement/pour travaux signées sous seing privé ou non, servitudes, etc.

Il a fallu définir les besoins d'accès à la propriété pour répondre au besoin du projet en termes d'inventaires naturalistes et d'investigations géotechniques (ces dernières nécessitant le passage d'engins lourds/ du débroussaillage/carottage ont pu poser problème à des propriétaires réticents).

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.).

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 ces clauses par le preneur, le bail est résilié.

Cet outil pourrait être utilisé pour favoriser le recours aux SafN 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 SafN. 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).

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 SafN, en particulier en zone rurale.

L'implantation de haies sur des parcelles agricoles de la vallée de la Lèze (Ariège, Haute-Garonne).

La question foncière est importante pour l'implantation de haies sur des parcelles agricoles. Dans le cadre de cette action inscrite dans le PAPI de la Lèze, 4 options de maîtrise foncière étaient proposées à chaque nouvelle implantation :

- **une convention entre le propriétaire et le Syndicat Mixte Interdépartemental de la Vallée de la Lèze (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 ans 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.

Des animations sont conduites pour mettre en place une concertation globale entre les acteurs institutionnels, la profession agricole, les riverains et les sinistrés autour du phénomène de coulée de boues et inciter propriétaires et exploitants à mettre en œuvre des actions correctives, dont la plantation de haies, sur les secteurs les plus sensibles au ruissellement.

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 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'Établissement Public d'Aménagement et de Gestion des Eaux (EPAGE) du Loing a été créé au 01/01/2019, sous l'impulsion du préfet coordinateur de bassin suite aux inondations de 2016. Il réunit 18 EPCI-FP, sur un territoire de plus de 4 000 km², réparti sur 3 régions et 3 départements. Il comprend 3 000 km de cours d'eau et gère la compétence GEMAPI. Le territoire est divisé en 14 comités de bassins représentés par des élus des communes qui se réunissent plusieurs fois par an afin de réaliser un travail de proximité.

Le territoire est couvert par 5 PPRi (en cours) et par un PAPI d'intention du Loing qui a démarré en janvier 2021, d'un montant de 2,2 M€. Il est porté par l'Établissement Public Territorial de Bassin Seine Grands Lacs (SGL), réunit 16 maîtres d'ouvrages, pour 39 actions. L'EPAGE intervient sur 6 axes et porte 8 actions.

La stratégie de préservation et de restauration des zones d'expansion des crues est une action de l'axe 6 portée par l'EPAGE. Il travaille avec l'EPTB SGL pour recenser les zones naturelles via un système d'information géographique (SIG), propose des mesures pour préserver ces espaces et élaborer une stratégie de restauration des ZEC. Une convention de partenariat a été conclue avec les chambres d'agriculture le 09/11/2021.

Des acquisitions ont été réalisées pour préserver des zones humides dans des secteurs à enjeux identifiés dans le PAPI ou dans le CTEC (contrat territorial eau et climat), porté par l'EPAGE avec l'agence de l'eau Seine-Normandie.

Sur l'un des sites, le bassin de l'Ouanne aval, l'animation foncière est réalisée par la SAFER pour le compte de l'EPAGE du Loing. Depuis 2016, différentes animations foncières ont été menées afin de toucher le plus de comptes de propriétaire possible. En 2021, la SAFER s'est attachée à contacter les propriétaires jouxtant les parcelles déjà acquises par l'EPAGE. Fin 2021, l'EPAGE sera propriétaire de 114 ha sur 272 ha.

La restauration de la zone humide des Pâtures (Eure).

Le projet de la zone humide des Pâtures a pu se concrétiser d'une part grâce aux 70 % de subventions des différents partenaires financiers et principalement de l'Agence de l'eau Seine Normandie. Le coût du projet étant initialement de 1,7M€ HT, les élus n'y étaient pas favorables sans subvention. Le foncier appartenant à une personne publique (l'État), la communauté d'agglomération Seine Eure n'a pas eu de difficulté particulière à les acquérir. Sur un autre secteur où elle souhaite reproduire la restauration de zones humides, elle se heurte aux réticences des propriétaires privés. Un projet de SafN est facilité quand le foncier appartient à une personne publique (État ou collectivité).



Vue du site des Pâtures.
© Agglo Seine Eure.



La maîtrise du foncier est une étape importante dans la mise en œuvre des SafN. Dans la plupart des cas, acquérir les terrains pour réaliser le projet est un gage de réussite pour permettre à la collectivité d'intervenir de façon pérenne et éviter des procédures chronophages (renouvellement de la demande de DIG ou des conventions avec de nouveaux propriétaires).



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 SafN

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.

Exemples de coûts d'actions pouvant s'apparenter à des SafN

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.
Réaménagement du Lido du Petit et Grand Travers	Pays de l'Or agglomération	4,4 M€ (Création de pistes de circulation et de stationnement, d'une piste cyclable, de cheminements piétons, d'un accès bus, d'une zone humide, etc.)	63 % État/Régions/FEDER, 17 % Département de l'Hérault, 10 % Conservatoire du littoral, 5 % Pays de l'Or Agglomération, 5 % Communes de Maugeu-Carnon et de La Grande-Motte.
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 FEADER²⁷.

Les aides des collectivités et de l'État

Une collectivité qui souhaite se lancer dans un projet de SafN 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 qu'"Action cœur de ville", lancé en 2017, qui a pour objectif la revitalisation des villes moyennes²⁸.
- le recours au Fonds National d'Aménagement et de Développement du Territoire (FNADT)²⁹, aux aides de l'Agence Nationale de la Cohésion des Territoires³⁰, etc.

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 - 222 villes 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. <https://cartes.cohesion-territoires.gouv.fr/action-coeur-ville>

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 culture) ou encore les actions innovantes ou expérimentales dans le domaine de l'aménagement et du développement durable. <https://www.prefectures-regions.gouv.fr>

30 - "Petites villes de demain" est un exemple de programmes de l'ANCT dans lequel il est possible de développer des SAFN. Il a pour objectif de renforcer les moyens des élus des villes et leurs intercommunalités de moins de 20 000 habitants. <https://agence-cohesion-territoires.gouv.fr/petites-villes-de-demain-45#:~:text=Le%20programme%20a%20pour%20objectif,mandat%2C%20jusqu'%C3%A0%202026>

Le projet de restauration du cordon dunaire de l’Espiguette a été financé par plusieurs partenaires publics. Il était inscrit au CPER 2007/2013 qui prévoyait notamment la réhabilitation d’une seconde barrière naturelle de protection en retrait comme solution durable permettant de répondre à la double attente de réduction des risques et de restauration du patrimoine. La Région PACA a donc participé au titre du Volet Littoral du CPER (15 %), le Département du Gard (10 %), l’État au titre du FNADT (22 %) et l’Union européenne au titre des fonds FEDER (53 %).

Les aides de l’Union européenne

Le programme Life 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 privées³¹.

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

Le conservatoire du littoral porte le programme life Adapto concernant l’adaptation au changement climatique du littoral par une gestion souple du trait de côte. Dans le cadre de ce projet, 10 sites sont étudiés sous l’angle de la perception sociale, de l’impact sur la nature et la biodiversité en partenariat avec le Museum National d’Histoire Naturelle, de l’impact sur l’aléa en partenariat avec le BRGM, et de l’analyse économique et multicritères.

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. La stratégie 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) qui s’achèvera 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 pourra également être remise aux normes, évitant les rejets non conformes pour la baignade.

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 2021³².

31 - <http://ec.europa.eu/environment/life/>

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

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. A 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 financés sont :

- **les études**, financées à 50 %, et **les travaux**, financés à 40 % si le PPR est prescrit, ou 50 % si le PPR est approuvé.
- Peuvent également être financées, **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".

Le financement de la plantation de haies sur le bassin versant de la Lèze (Ariège, Haute-Garonne).

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.

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 relai, 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.

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.

Le Contrat de baie des Îles d'Or (Toulon)

Le contrat de baie des Îles d'Or a été signé en 2017 (sur la période 2016-2021) pour améliorer la qualité de l'eau et des milieux aquatiques sur ce territoire. Ce dernier est composé de la rade d'Hyères et ses îles, site exceptionnel par sa biodiversité, et les bassins versants du Gapeau, du Roubaud, et du Maravenne caractérisés par une agriculture bien marquée présente déjà une multitude de démarches avec lesquelles le contrat de baie devra s'articuler. Parmi les principaux axes de travail du contrat de baie des Îles d'Or, figurent la gestion qualitative du risque inondation, l'amélioration de la gestion écologique des milieux naturels du bassin versant et des zones humides, l'optimisation de la gestion des phénomènes d'érosion côtière, l'optimisation de la gestion écologique du milieu marin. Il s'organise autour de 4 grands enjeux et 220 actions portées par 32 structures maîtres d'ouvrages.

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

L'Aqua Prêt et le Prêt Relance Verte sont deux outils de la Banque des Territoires (dépendant de la Caisse des Dépôts). L'Aqua Prêt est doté d'un montant de 2 milliards d'euros sur la période 2019-2022. Il concerne des projets liés à l'eau et à l'exercice de la compétence GEMAPI. Le Prêt Relance Verte est quant à lui issu du plan de relance³³. Il a vocation à financer des projets s'inscrivant dans la transition écologique et énergétique, dont la préservation de la biodiversité et l'adaptation au changement climatique en recourant aux SfN dans le domaine de l'eau. Toutes les collectivités peuvent prétendre à ces deux dispositifs, à condition de présenter un projet d'une durée de vie de 25 ans minimum.

Le programme Nature 2050 : relève de la 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.

33 - Doté d'une enveloppe de 100 milliards d'euros, le plan de relance (France Relance) lancé par le gouvernement français en septembre 2020 a pour ambition de permettre à la France de retrouver son niveau économique d'avant la crise sanitaire du Coronavirus COVID-19, en deux ans. Il s'articule autour de 3 priorités : l'écologie, la compétitivité et la cohésion.

V. Quels sont les avantages et les inconvénients des SafN ?

► Les avantages des SafN

L'atout majeur des actions d'adaptation 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**.

L'intérêt de la mise en place de projets intégrés porté 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, qui faisaient également partie des projets. Le SYMBHI a ainsi pu optimiser les coûts des travaux et proposer des projets ambitieux.

Autre 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.

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

- **Le rechargement de la nappe phréatique** : une SafN 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 relai 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 SafN, 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 SafN répondent à l'objectif ZAN. Il s'agit surtout des SafN 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'écoles qui fait partie de programmes d'aménagement de plusieurs grandes métropoles (cours "Oasis" à Paris ou Lille notamment³⁴) 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.
- **La réduction de la pollution** : en fonction du projet de SafN, 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 SafN 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.)³⁵.

Toutefois, en milieu urbain, les habitants n'apprécient pas toujours la présence d'une nature "indomptée" (des zones de friches, non entretenues, sont souvent perçues négativement). 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 SafN.

34 - 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>

35 - 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 (SafN), 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>

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.



Le Vistre à Milhaud après les travaux en 2016. © Agora Communication

Des bénéfices indirects peuvent également être produits par les SafN :

- **L'amélioration de la santé** : la présence de la végétation en milieu urbain et 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 habitants³⁶.
- **Le développement d'activités économiques de proximité** : la présence de biodiversité peut contribuer à développer l'agriculture urbaine (ruches, production maraîchères, 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 SafN peuvent être des lieux de promenade, de contemplation, dédiés à des événements 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.

36 - 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'écoles, la présence d'arbres et d'aménagements verts réduiraient de manière significative le niveau de stress des enfants scolarisés dans ces écoles.

- **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 SafN et jouent sur "l'effet vitrine" de la ville-nature, en participant à des concours (Capitale française de la biodiversité, 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 quartier³⁷.
- **La sensibilisation des habitants à la place de la nature** : 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).

► Les pistes d'amélioration

Les SafN 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 d'autant en cas de prise en compte du changement climatique insuffisante.

- **Les SafN 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 révéler très coûteuses au départ 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 SafN est récente, mais renvoie 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 SafN 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. Elles ont besoin d'avoir une définition simple du concept pour pouvoir se l'approprier.
- **Un manque de connaissances sur le sujet au sein des collectivités** : les élus et techniciens des collectivités, lorsqu'ils connaissent le concept de SafN, 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 SafN dans les projets de prévention des risques d'inondation.
- **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.

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 permet 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 moustiques³⁸.

- **Les difficultés liées à la maîtrise foncière** : est fonction des projets de SafN prévus pour réduire les risques d'inondation 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 SafN.
- **Une incertitude sur les responsabilités** : les SafN répondent à plusieurs objectifs et génèrent plusieurs bénéfices. Au sein des collectivités, cela signifie qu'elles peuvent être gérées par 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 SafN, 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.

Bassin du Loing (Loiret/Seine-et-Marne), acquisition foncière de terrains concernés par la restauration de zones humides.

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).

- **Des conflits récurrents entre législations qui témoignent aussi d'un cloisonnement entre les politiques** : Les SafN 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 SafN 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 SafN. Cela traduit le manque d'approche globale sur les thématiques environnementales et un fonctionnement des politiques publiques encore trop souvent en "silo".

- **Des solutions efficaces pour réduire les risques d'inondation ?** Les SafN souffrent de la comparaison avec les infrastructures grises, dont la performance est immédiate et connue. Les SafN ne s'inscrivent pas dans la même temporalité : le "retour sur investissement" des SafN 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".

Par ailleurs, dans la majorité des exemples étudiés, elles permettent surtout de limiter des événements 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'événements récurrents, de faible ampleur, ces solutions représentent un gain non négligeable.

38 - <https://www.graie.org/othu/pdfothu/SYNTHESEGRAIE-Moustiques-OTHU2017.pdf>

- **Un questionnement sur les coûts d'entretien** : l'entretien d'une SafN est-il moins coûteux que des infrastructures grises ? Cela dépend des projets. A priori, les SafN coûtent moins cher que des infrastructures grises, mais cela va dépendre si la SafN réalisée nécessite un entretien important ou non. A titre d'exemple, désimpermeabiliser 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.

Le site du Petit Travers (Hérault).

Le Petit Travers est un cordon littoral sableux de 2 km de long, situé entre Carnon et La Grande Motte au bord de la Méditerranée. Très fréquenté par les habitants héraultais et gardois ainsi que par les touristes, ce site a vu son écosystème se dégrader suite à la sur-fréquentation (jusqu'à 2 000 véhicules/jour, stationnements dans la dune, accès anarchiques à la plage, problème d'insécurité...) et l'érosion s'accroître. Face à ces constats et aux limites de la mission RACINE orchestrée dans les années 1960 sur le littoral, une réflexion est engagée dans les années 2000, dans le cadre de la MIAL (Mission interministérielle d'aménagement du littoral) par les acteurs publics, pour transformer le site et ses usages.

Le projet a réuni l'État, le Conservatoire du littoral, le Département de l'Hérault et les communes de Mauguio-Carnon et la Grande Motte. Le recours à un médiateur environnemental fut nécessaire pour faire émerger des scénarii sur des grands principes d'aménagement.

De 2008 à 2015, le projet suit plusieurs étapes : du ré-ensablement de la plage, à la mise en sens unique de la RD 59 puis sa destruction et sa renaturation, en passant par la création d'aires de stationnements en arrière du système dunaire, d'une voie verte, et de passages délimités pour accéder à la mer en remplacement de la multitude des cheminements sauvages qui participaient à l'érosion de la dune.

Les aménagements réalisés ont été plébiscités par le public et le bilan écologique est positif. Le site est actuellement géré et entretenu par la communauté d'agglomération du Pays de l'Or. Cette gestion coûte plus cher qu'avant le réaménagement du site et les actions menées pour s'assurer de la pérennité de la renaturation du cordon dunaire (entretien de la végétation, renouvellement des ganivelles aux abords des espaces protégés,...).

De même, les nouveaux aménagements nécessitent un entretien permanent pour accueillir 1 million de visiteurs par an : outre les voies de promenades, la piste cyclable et les espaces de stationnements, des toilettes ont été installées ainsi que des poubelles.

Le projet Adapto vise à porter un regard sur l'évolution de ce site sur le moyen et le long dans un contexte de changement climatique, et après cette première phase de renaturation initiée opérée sur ces vingt dernières années.



Le site du Petit Travers avant et après les travaux. © Agglomération du Pays de l'Or

La zone humide des Pâtures (Eure)

Le projet de restauration de la zone humide a coûté environ à 1,7 M€. La Communauté d'agglomération Seine Eure a estimé que ce coût était comparable à celui de la restauration du barrage de Louviers. En fonction des projets, le coût d'une infrastructure verte n'est pas toujours moins onéreux qu'une infrastructure grise, mais le bénéfice écologique d'une infrastructure verte est à prendre en compte dans la balance économique de l'aménagement.

- **Un manque d'évaluation des SafN** : à l'heure actuelle, les projets de SafN 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 devrait participer à y remédier en assurant un suivi des performances de ses 10 sites pilote, d'ici 2027.

Pour résumer



Grâce à leurs multiples bénéfices pour prévenir les risques d'inondation, les SafN 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, etc.



Tous ces bénéfices peuvent être complexes à quantifier. En l'absence du suivi d'indicateurs relatifs à la mise en œuvre de projets de SafN, leur rentabilité peut parfois être questionnée, voire niée, faute de données chiffrées et tangibles, ce qui peut éventuellement décrédibiliser les SafN au détriment d'autres solutions (souvent centrées sur les infrastructures grises en matière de prévention des inondations).



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 au changement.

Quelques recommandations

1. Privilégier des solutions multi-bénéfices

A l'origine d'un projet de SafN, 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 SafN.

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 sur la biodiversité par les élus et les services techniques. 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 SafN 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 SafN 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 SafN, 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 SafN étudiés et qui peut parfois remettre en cause la crédibilité du projet.

7. Intégrer les actions SafN dans les choix d'aménagement du territoire

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

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 d'adaptation fondée sur la Nature encourage ces pratiques, afin de limiter les infrastructures de génie civil et donner un poids plus important aux milieux naturels, en protégeant, gérant ou restaurant leur fonctionnement. Ces SafN 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.

Toutefois les SafN peuvent présenter des limites en matière de réduction des risques d'inondation. Si elles peuvent se révéler efficaces pour limiter des phénomènes d'inondation plus fréquents, la capacité des SafN à faire face à des événements plus importants reste encore limitée pour bon nombre de projets.

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 SafN 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'aléa, préserver l'environnement et la biodiversité, améliorer le cadre de vie et être en capacité de faire face aux conséquences du changement climatique.

Pour aller plus loin

OFB (2021), Note de cadrage sur les SafN. <https://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 (2019). Les Solutions fondées sur la Nature pour les risques liés à l'eau en France. Paris, France.

UICN Comité français (2021). 8 questions à se poser pour mettre en oeuvre les Solutions fondées sur la Nature – un guide d'appropriation du Standard mondial de l'UICN. Paris, France.

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/>

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-retention-d'eau-10-retours-d'experience-en-France-metropolitaine>

Remerciements

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

- Agence Régionale de la Biodiversité d'Ile-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 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 du Grau du Roi, **Philippe Houny**
- Conservatoire du littoral, **Adrien Privat, Marion Coquet et Régis Leymarie**
- EPAGE du Loing, **Emma Torcol**
- EPTB du Vistre Vistrenque, **Charlotte Redon et Caroline Kanel**
- Grand Lyon, **Hervé Caltran**
- Grenoble Alpes Métropole, **Vincent Boudieres**
- Métropole du Grand Nancy, **Stéphanie Rivat**
- Office Français pour la Biodiversité, **Mathilde Loury, Julie Chpelitch et Natalia Rodriguez-Ramirez**
- Parc naturel régional de Camargue, **Delphine Marobin**
- Pays de l'Or Agglomération, **Benjamin Pallard**
- Syndicat de gestion de l'Éygoutier, **Bertrand Ehly**
- Syndicat Intercommunal pour l'assainissement de la vallée de la Bièvre (SIAVB), **Hervé Cardinal**
- Syndicat Mixte d'Aménagement de l'Arve et de ses Affluents (SM3A), **Amalia Carreira**
- 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**
- Syndicat de Rivières Brévenne Turdine, **Marion Ribon**
- Tour du Valat, **Brigitte Poulin**
- Urbanwater, **Christian Piel, Elisa Cabley et Fanny Clavurier.**

Avec le soutien



CEPRI

Centre Européen de
Prévention du Risque d'Inondation

Document édité par le CEPRI
Février 2022 / ISSN en cours
Création maquette et illustrations :
www.neologis.fr (21-11-13)
Cette brochure est téléchargeable sur :
www.cepri.net (publications)
Reproduction interdite sans autorisation



[linkedin.com/in/cepri](https://www.linkedin.com/in/cepri)