NOTE
3
DE SYNTHÈSE

L'adaptation fondée sur les écosystèmes : les mesures en contexte

Les défis de l'adaptation aux changements climatiques varient en fonction de la situation géographique et du contexte local. L'état des écosystèmes locaux et les pressions qu'ils subissent compromettent leur capacité à assurer des services écosystémiques, ce qui accroît la vulnérabilité des populations. Les mesures d'AfE peuvent contribuer à préserver ces services et à réduire la vulnérabilité des individus dans des écosystèmes très divers, dans des paysages essentiellement dominés par la nature ou au contraire fortement modifiés par les activités humaines (villes, terres agricoles, etc.).

La présente note de synthèse propose un aperçu des mesures d'AfE couramment mises en œuvre dans différents écosystèmes (montagne, zones arides, zones humides, littoral et systèmes urbains). Elle s'appuie sur des interventions financées par le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et montre, grâce à des exemples d'indicateurs de résultats, comment suivre leur contribution à l'atteinte des objectifs d'adaptation définis. Afin de planter le décor, elle décrit les cycles de dégradation typiques des écosystèmes terrestres et côtiers et examine les dynamiques environnementales, climatiques et socioéconomiques propres aux écosystèmes sélectionnés.

Les mesures d'AfE en contexte : comprendre les dynamiques de dégradation

Pour être efficaces, les mesures d'AfE doivent tenir compte des interactions complexes entre les multiples processus de dégradation des écosystèmes qui influent sur la vulnérabilité des populations aux facteurs climatiques, entre autres.

Les écosystèmes terrestres subissent une pression croissante due à l'évolution de l'utilisation des terres et des ressources naturelles, elle-même provoquée par la croissance démographique et les changements de modes de vie (figure 1a). En parallèle, les effets des changements climatiques, notamment les risques accrus d'inondations, de sécheresses, de glissements de terrain, d'érosion des sols, etc., dégradent les écosystèmes et altèrent leur capacité à fournir des services essentiels aux populations, et nuisent directement aux individus, à leurs biens et à la production. Ces populations se retrouvent alors de plus en plus souvent contraintes de se tourner vers des pratiques non durables d'utilisation et de gestion des écosystèmes, ce qui dégrade encore plus les écosystèmes et leur capacité à fournir des services.
Bien que les changements climatiques n'aient pas la même incidence sur les différents écosystèmes terrestres et que chaque écosystème soit confronté à des problèmes socioéconomiques et politiques spécifiques, ce cercle vicieux de dégradation est commun à la plupart d'entre eux.

ONU environnement

De nombreux processus de dégradation qui touchent les systèmes terrestres s'appliquent également aux écosystèmes côtiers (figure 1b). Certaines pressions climatiques spécifiques (élévation du niveau de la mer, hausse des températures des océans, ondes de tempête et effets connexes, etc.) et certains processus de dégradation non liés au climat s'exercent à la fois en mer et sur les côtes. Ainsi, les stocks de poissons diminuent en grande partie à cause de la surpêche, mais le réchauffement de la mer et l'acidification des océans ont également des répercussions sur la composition, la biomasse, la diversité et l'abondance des espèces, ce qui contribue au cycle de dégradation[1]. La simultanéité de certains processus de dégradation des écosystèmes terrestres et marins peut rendre les zones côtières particulièrement vulnérables ; les petites îles qui présentent de fortes déclivités topographiques, par exemple, sont touchées à la fois par les glissements de terrain et l'érosion du littoral.

Ces dynamiques doivent orienter la conception des mesures d'AfE. Bien que les mesures elles-mêmes visent en premier lieu les facteurs climatiques de ces changements, leur efficacité sera influencée par les autres pressions exercées sur les espaces terrestres et marins.

Hannah McNeish/PNUE

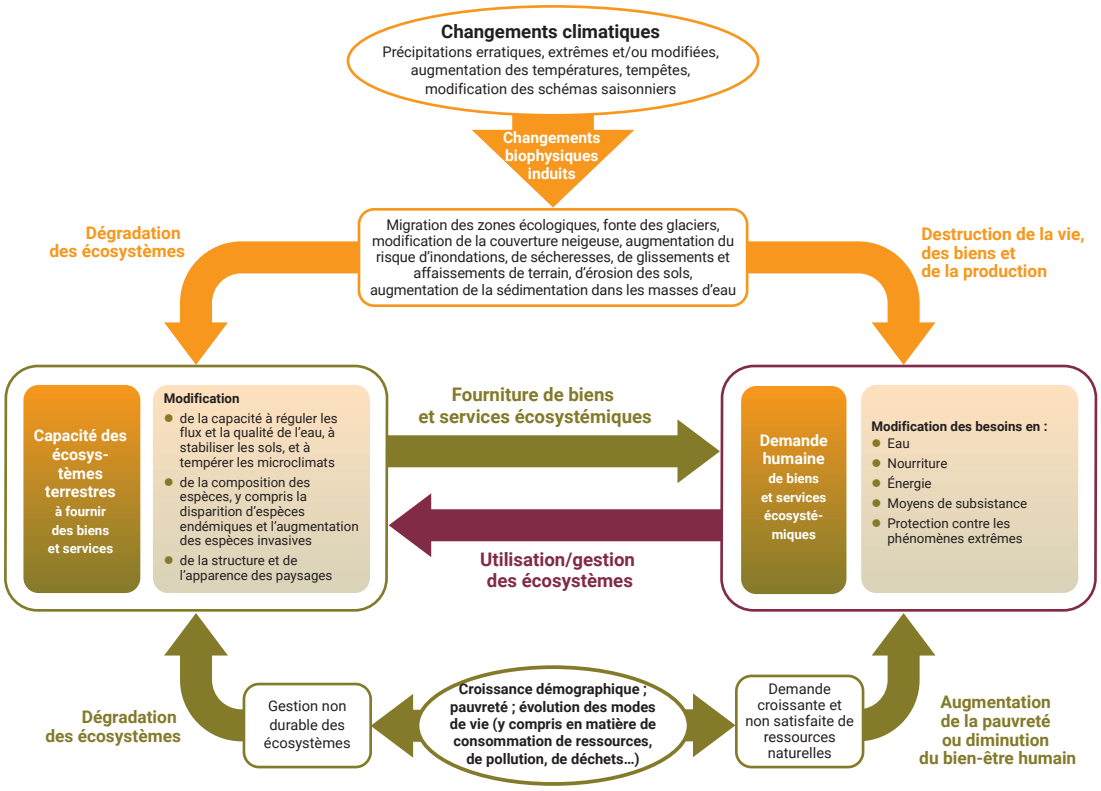

Figure 1a. *Interactions des processus de dégradation climatiques et non climatiques dans les écosystèmes terrestres. Les facteurs qui relèvent des changements climatiques, qui apparaissent dans l'ovale en haut du schéma, engendrent de nombreux impacts biophysiques pouvant toucher directement les écosystèmes (entraînant leur dégradation) et les populations (provoquant des pertes humaines, des pertes matérielles et des baisses de production). Ils peuvent également générer des impacts indirects. La dégradation des écosystèmes induite par les changements climatiques compromet leur capacité à fournir des biens et des services, réduisant la disponibilité de ces derniers pour les populations. Ainsi, non seulement les individus subissent directement les effets des changements climatiques, mais ils peuvent également souffrir de pénuries de biens et de services écosystémiques essentiels. L'utilisation continue et la gestion de ces biens et services en dépit des pénuries risque de réduire davantage la capacité des écosystèmes à les fournir, ce qui accroît la vulnérabilité des populations aux changements climatiques.*

Dans le même temps, les processus de dégradation non liés au climat, qui sont provoqués par la croissance démographique et l'évolution des modes de vie et par d'autres facteurs d'économie politique et de gouvernance, interagissent avec les processus d'origine climatique. D'une part, la demande croissante en terres et autres ressources naturelles conduit à une gestion non durable des écosystèmes et à une utilisation non durable des biens et des services, ce qui aggrave les processus de dégradation. D'autre part, la croissance démographique et l'évolution des modes de vie génèrent une demande croissante et non satisfaite en ressources naturelles, susceptible d'accroître la pauvreté et de réduire le bien-être humain. Cette conséquence a elle-même une incidence sur la demande en biens et services écosystémiques, ce qui intensifie encore l'utilisation et la gestion non durables des écosystèmes, qui ont pour effet de les dégrader et de réduire leur capacité à fournir des biens et des services indispensables. Ces boucles de rétroaction négative simultanées donnent lieu à un cercle vicieux de dégradation.

Figure 1b. *Interactions des processus de dégradation climatiques et non climatiques dans les écosystèmes côtiers. Dans les écosystèmes côtiers, les facteurs de dégradation climatiques et non climatiques fonctionnent selon des processus similaires à ceux observés dans les systèmes terrestres (voir la figure 1a). Ces écosystèmes sont en outre soumis à d'autres facteurs climatiques liés à l'élévation du niveau de la mer, à l'augmentation des températures des océans et aux ondes de tempête, dont les effets touchent à la fois l'environnement terrestre et marin.*

Mise en œuvre des mesures d'AfE les plus courantes

Si l'AfE peut jouer un rôle essentiel dans la prise en compte des multiples processus en jeu dans le cycle de dégradation, les mesures en la matière doivent en premier lieu cibler les effets négatifs produits par les changements climatiques. Leur sélection et leur conception doivent donc reposer sur cette priorité.

Le suivi et l'évaluation sont indispensables pour déterminer si la mise en œuvre des mesures sélectionnées permettra d'atteindre ces objectifs d'adaptation. Un suivi et une évaluation efficaces supposent l'utilisation d'indicateurs adaptés aux objectifs poursuivis par les mesures d'AfE, et fournissent des informations appropriées pour suivre les résultats immédiats et intermédiaires, et à terme, les impacts de ces mesures. Ces indicateurs devront par exemple mesurer l'évolution des processus biophysiques, mais aussi surveiller si l'impact de ces processus sur les populations évolue dans le sens souhaité. Afin de rendre la collecte et l'analyse des données réalistes et réalisables, la sélection des indicateurs doit également tenir compte des ressources financières et des compétences disponibles pour le projet.

Un processus de suivi et d'évaluation bien conçu devra être mis en place dès le début de la mise en œuvre, qui débutera par la collecte de données de référence si celles-ci n'existent pas encore. Les données seront ensuite collectées à intervalles réguliers ou après chaque événement extrême, et évaluées au regard des données de référence afin d'apprécier la performance des différentes mesures d'AfE. Ces mesures étant censées être efficaces dans le contexte actuel comme dans celui des changements climatiques à venir, le suivi et l'évaluation doivent être assurés sur le long terme. Il convient par conséquent de garantir des ressources humaines et financières suffisantes pour poursuivre le suivi et l'évaluation même une fois le projet terminé.

La suite de cette section vise à donner un aperçu des possibilités de mise en œuvre des mesures d'AfE. Elle présente donc les mesures couramment employées dans cinq écosystèmes différents (zones de montagne, zones arides, zones humides, zones côtières et zones urbaines), ainsi que les indicateurs de résultats correspondants. Dans chaque cas, le document décrit les caractéristiques de l'écosystème, notamment les dynamiques de dégradation spécifiques qui contribuent à sa vulnérabilité socio-écologique.

Hannah McNeish/PNUE

Zones de montagne

Les zones de montagne se caractérisent par une topographie complexe et présentent de fortes variations de température ainsi que des microclimats sur de courtes distances[2]. Les écosystèmes montagneux, très divers à l'échelle mondiale et régionale selon la latitude et la typographie, sont en général très importants pour le secteur forestier et l'agriculture[3] et jouent un rôle essentiel dans les cycles hydrologiques[4]. Véritables « châteaux d'eau de la planète », ils régulent l'approvisionnement en eau des communautés rurales et urbaines ainsi que des stations hydroélectriques situées en aval. Les montagnes revêtent également une importance culturelle et récréative et abritent une abondante biodiversité, notamment en matière de diversité génétique des cultures et de plantes médicinales.

Adobe Stock

Encadré 1. La restauration des écosystèmes « sur toute la pente »

Pour atténuer les risques liés au climat tels que les inondations ou l'érosion, il est possible de restaurer les écosystèmes « sur toute la pente », selon une approche consistant à prendre globalement en compte les différents problèmes et besoins rencontrés le long d'une pente. Cette approche consiste à restaurer les pentes supérieures, très escarpées, grâce à des écosystèmes à usages multiples et résilients aux changements climatiques, tandis que les pentes inférieures sont préparées pour l'agriculture et l'agroforesterie. Les zones humides situées en plaine, quant à elles, sont restaurées et protégées. La mise en œuvre conjuguée de ces mesures maximise les effets positifs de la restauration en matière d'adaptation, notamment en protégeant ces zones contre les événements extrêmes (sécheresses, inondations, glissements de terrain, etc.). Cette démarche produit d'autres effets positifs : amélioration de la qualité de l'eau et de l'approvisionnement en eau, réduction de l'érosion des sols, amélioration de la production agricole, approvisionnement accru en ressources naturelles (fruits, fibres, bois, etc.) et nouveaux moyens de subsistance.

Les habitants des montagnes sont généralement plus pauvres que ceux des plaines en raison de l'isolement et du manque d'accessibilité[5]. Ils sont de plus en plus poussés à recourir à une utilisation non durable des ressources naturelles et à des pratiques non durables d'aménagement du territoire, ce qui rend les régions de montagne de plus en plus vulnérables. La déstabilisation des pentes due à la dégradation des terres, par exemple, accroît les risques de perte de la couche arable fertile et de glissements de terrain, entraînant la sédimentation des étendues d'eau situées en aval et provoquant des dégâts sur les infrastructures.

Les régions montagneuses sont également parmi les plus vulnérables aux effets des changements climatiques. L'approvisionnement en eau, par exemple, peut être influencé par les modifications de la pluviosité et par la fonte des glaciers dues aux changements climatiques. La hausse des précipitations peut en outre être un facteur supplémentaire de déstabilisation des pentes, entraînant une érosion et des glissements de terrain. Les mesures d'AfE appliquées en montagne (tableau 1) visent généralement à remédier à ces problèmes en réduisant les effets des changements climatiques sur les pentes (encadré 1) et les régimes hydrologiques sur les populations locales.

Tableau 1. Solutions d'AfE communément appliquées dans les écosystèmes de montagne, et exemples d'indicateurs de résultats directement associés au principal objectif d'adaptation de chaque mesure.

Effet ciblé lié aux changements climatiques	*Mesure d'AfE*	*Composantes des indicateurs de résultats*
Inondations et accumulation de sédiments dues aux précipitations extrêmes, à la variabilité pluviométrique et aux tempêtes de plus en plus fréquentes et violentes	**Reboisement ou réhabilitation des zones riveraines et des berges** afin de ralentir le ruissellement et de recueillir les sédiments avant qu'ils n'atteignent le cours d'eau, limitant ainsi les dégâts provoqués par les inondations sur les biens et les moyens de subsistance en aval *p. ex. : plantation d'espèces autochtones et résilientes aux changements climatiques, revégétalisation des micro-bassins versants et délimitation de zones tampons riveraines*	• Fréquence et gravité des inondations • Charge sédimentaire • Mesures des dégâts causés par les inondations (sur les infrastructures, les ménages, les cultures)
Glissements de terrain et ruptures de pente dus aux précipitations de plus en plus fréquentes et extrêmes	**Reboisement ou restauration des forêts** pour stabiliser les pentes et prévenir les glissements de terrain, les coulées de boue et de débris, limitant ainsi les risques pour les habitants, les biens et les moyens de subsistance *p. ex. : plantation d'espèces autochtones et résilientes aux changements climatiques et d'espèces présentant différents avantages pour les communautés locales (produits forestiers autres que le bois d'œuvre, ombre et brise-vent, par exemple)*	• Fréquence et gravité des glissements de terrain • Mesures des dégâts causés par les ruptures de pente (pertes humaines, dégâts matériels, impact sur les moyens de subsistance)
Altération de l'hydrologie, de l'écoulement des cours d'eau et de la disponibilité en eau due à la hausse des températures et à la fonte des glaciers ; modification du volume, de la saisonnalité et de la variabilité des précipitations	**Restauration des bassins versants** afin d'accroître leur capacité à stocker l'eau et de réduire le ruissellement, améliorant ainsi la disponibilité et la qualité de l'eau et diminuant les risques d'inondation *p. ex. : restauration communautaire des bassins versants, notamment par l'élaboration de plans de gestion des bassins versants*	• Variations du débit des cours d'eau • Disponibilité en eau par habitant pendant la saison sèche • Mesures de la qualité de l'eau • Mesures des dégâts causés par les inondations (sur les infrastructures, les ménages, les cultures)

NOTE 3 DE SYNTHÈSE

Zones arides

Les zones arides couvrent environ 40 % de la surface terrestre de la planète et abritent environ 2 milliards d'êtres humains, dont 90 % vivent dans des pays en développement[6]. Les écosystèmes des zones sèches englobent les déserts, les prairies, les brousses et les terres boisées, qui fournissent d'importants services écosystémiques tels que la régulation de l'eau, le stockage du carbone et l'approvisionnement en fibres, en bois, en bioénergie et en nourriture, et produisent notamment des cultures de base importantes à l'échelle mondiale[7]. Malgré une grande diversité culturelle et écologique, les zones arides se distinguent par une faible productivité et une faible humidité du sol. C'est pourquoi elles sont sujettes à la dégradation des terres et à la désertification et enregistrent un taux de pauvreté élevé en raison d'un accès limité aux services[8] .

Compte tenu de ces caractéristiques, les zones arides sont extrêmement vulnérables aux perturbations anthropiques ainsi qu'aux changements climatiques. La croissance démographique et l'expansion anarchique des activités humaines telles que l'agriculture dégradent progressivement les zones arides, entraînant l'érosion des sols, l'épuisement des nutriments, la salinisation ainsi que des pénuries d'eau[6].

Les effets des changements climatiques, notamment la hausse des températures et la diminution des précipitations, interagissent avec ces facteurs anthropiques, ce qui exacerbe les pénuries d'eau, l'érosion des sols et la désertification. Les populations des zones arides sont par conséquent extrêmement vulnérables, puisque leur subsistance dépend de l'agriculture pluviale et de l'élevage. En outre, la productivité relativement faible des zones arides n'est guère propice au développement d'autres activités de subsistance. Les mesures d'AfE appliquées aux zones arides (tableau 2) ciblent généralement les effets de la baisse ou de la variabilité accrue des précipitations sur les services écosystémiques afin de préserver les moyens de subsistance (encadré 2).

Tableau 2. *Solutions d'AfE communément appliquées dans les écosystèmes des zones arides, et exemples d'indicateurs de résultats directement associés au principal objectif d'adaptation de chaque mesure.*

Effet ciblé lié aux changements climatiques	*Mesure d'AfE*	*Composantes des indicateurs de résultats*
Sécheresses, désertification et érosion des sols dues à la hausse des températures, à la baisse des précipitations et à leur variabilité accrue, ainsi qu'aux tempêtes et aux tempêtes de sable de plus en plus fréquentes et violentes	**Création d'une « ceinture verte » à usages multiples autour des déserts** afin d'augmenter la disponibilité en eau, d'améliorer la qualité des sols et de fournir de l'ombre ainsi que des brise-vent, améliorant ainsi la sécurité alimentaire et financière *p. ex. : plantation d'espèces d'arbres, d'arbustes et de cultures tolérant la sécheresse, dont les racines peuvent retenir l'eau dans le sol*	• Superficie du couvert végétal protecteur • Mesures de l'impact des tempêtes et des tempêtes de sable • Mesures de la qualité des sols • Disponibilité en eau (irrigation et utilisation domestique) • Rendements et revenus agricoles (consommation personnelle et commercialisation)
	Pâturage et gestion du bétail résilients aux changements climatiques afin de régénérer la végétation, d'accroître la qualité et la quantité du fourrage, d'augmenter la disponibilité en eau, d'améliorer la qualité des sols et de préserver le bétail, améliorant ainsi la sécurité alimentaire et financière *p. ex. : augmentation de la couverture d'espèces pérennes afin de renforcer la production de fourrage, passage à d'autres races ou espèces pour l'élevage, ajustement de la gestion des troupeaux et/ou élaboration de plans d'urgence en cas de sécheresse*	• Quantité de fourrage destiné au bétail • Disponibilité en eau (irrigation, bétail et utilisation domestique) • Mesures de la qualité des sols • Taux de survie du bétail • Mesures de la production alimentaire et des revenus tirés de l'élevage
Incendies de plus en plus fréquents et dévastateurs dus à la hausse des températures, à la baisse des précipitations et à la saisonnalité	**Réhabilitation et restauration des pâturages** afin de rétablir les processus écologiques et de renforcer la résistance aux incendies, réduisant ainsi les dégâts, les pertes humaines et les pertes de moyens de subsistance causés par les incendies *p. ex. : utilisation d'espèces d'herbacées, d'arbustes et de plantes autochtones tolérantes à la sécheresse et/ou résistantes aux incendies*	• Fréquence et gravité des incendies • Ampleur des pertes et des dégâts provoqués par les incendies (pertes humaines, infrastructures, moyens de subsistance)

Encadré 2. La stratégie de la « ceinture verte »

En Afghanistan, il est prévu de créer dans la région des pistachiers, au nord du pays, et dans le complexe forestier oriental une « ceinture verte » afin d'améliorer le fonctionnement des bassins versants et d'accroître la résilience des communautés rurales. Ce projet vise à restaurer 1 400 hectares de forêts dégradées en utilisant des espèces de plantes résilientes aux changements climatiques et susceptibles de fournir d'autres biens et services écosystémiques précieux pour les populations locales. La restauration des écosystèmes forestiers devrait limiter l'érosion des sols, améliorer la qualité de l'eau et l'approvisionnement en eau des bassins versants, et réduire la fréquence et la gravité des inondations, des glissements de terrain et des sécheresses. Elle devrait en outre engendrer des avantages connexes tels qu'un approvisionnement en produits commercialisables issus des écosystèmes (fruits, bois, miel, plantes médicinales, etc.) et un renforcement de la productivité agricole.

Zones humides

Les zones humides réunissent les caractéristiques des écosystèmes aquatiques et terrestres. Elles englobent les tourbières, les estuaires, les lacs et les étangs, les plaines inondables, les mangroves et d'autres zones humides côtières. Les zones humides assurent des services écosystémiques, tels que la protection côtière et la protection contre les inondations, la purification de l'eau et l'approvisionnement en eau, la régulation du climat (piégeage et stockage du carbone), l'approvisionnement en nourriture et en matières premières, ainsi que des services culturels[9]. Les communautés qui vivent à proximité des écosystèmes de zones humides sont souvent très dépendantes des produits de subsistance et des revenus qu'elles fournissent.

L'évolution de plus en plus importante de l'utilisation des terres a entraîné une dégradation des zones humides et une diminution de leur productivité, ce qui accroît progressivement la vulnérabilité des communautés locales. L'élimination de la végétation et de sa capacité d'agir comme un tampon en raison de l'expansion de l'agriculture, par exemple, peut aggraver les effets des polluants et de la sédimentation, avec des réactions en cascade sur toute la chaîne alimentaire, et à terme sur la consommation humaine.

Les populations qui dépendent des zones humides sont également vulnérables à l'incidence accrue des aléas climatiques. La variabilité des précipitations, la hausse des températures et la multiplication des événements extrêmes provoquent d'importants changements dans les cycles hydrologiques des zones humides, ont des répercussions sur les espèces sauvages locales et réduisent les services d'approvisionnement et de régulation fournis aux communautés locales. Les mesures d'AfE appliquées aux zones humides (tableau 3) visent notamment à préserver et restaurer les écosystèmes afin de limiter les impacts hydrologiques de l'évolution des régimes pluviométriques et d'assurer l'approvisionnement continu des services écosystémiques aux communautés locales.

Hannah McNeish/PNUE

Tableau 3. *Solutions d'AfE communément appliquées dans les écosystèmes des zones humides, et exemples d'indicateurs de résultats directement associés au principal objectif d'adaptation de chaque mesure.*

Effet ciblé lié aux changements climatiques	*Mesure d'AfE*	*Composantes des indicateurs de résultats*
Inondations et augmentation du nombre d'espèces invasives dues aux précipitations extrêmes, à la hausse des températures et aux tempêtes de plus en plus fréquentes et violentes	**Réhabilitation des zones humides** afin de réduire les dégâts liés aux inondations, d'améliorer la qualité et l'alimentation des nappes souterraines et de réduire la présence de nuisibles qui compromettent l'agriculture, améliorant ainsi la sécurité alimentaire et financière *p. ex. : plantation d'espèces résilientes aux changements climatiques, qui favorisent la croissance d'autres espèces (par exemple grâce à la fixation de l'azote), possèdent des racines profondes qui stabilisent le sol et répondent à différents besoins des populations locales (produits forestiers autres que le bois d'œuvre, fourrage, etc.)*	• Fréquence et gravité des inondations • Mesures des dégâts causés par les inondations (sur les infrastructures, les ménages, les cultures) • Rendements et revenus agricoles (consommation personnelle et commercialisation)
	Protection des zones humides afin d'encourager le développement des zones de frai et d'alevinage et des zones abritant une grande diversité d'espèces, et de permettre la régénération de la végétation à des fins de protection contre les inondations, améliorant ainsi la qualité de l'eau, la sécurité alimentaire et financière, et réduisant ainsi la présence de nuisibles. *p. ex. : délimitation de zones à usages multiples et de zones de protection stricte dans les zones d'importance écologique*	• Mesures de l'abondance et de la diversité des espèces • Mesures de la qualité de l'eau • Fréquence et gravité des inondations • Mesures des dégâts causés par les inondations (sur les infrastructures, les ménages, les cultures) • Rendements et revenus agricoles (consommation personnelle et commercialisation)
Inondations, intrusions salines et sécheresses dues à la violence et à la variabilité des précipitations, à la hausse des températures et aux tempêtes de plus en plus fréquentes et violentes	**Agriculture résiliente aux changements climatiques** afin de limiter les effets des inondations, des sécheresses et des intrusions salines dans les eaux souterraines et les terres agricoles, améliorant ainsi la sécurité alimentaire et financière *p. ex. : agroforesterie et agriculture de conservation à proximité des plaines inondables, utilisation d'espèces tolérant le sel et/ou résilientes aux inondations et à forte valeur nutritionnelle, utilisation du compostage et de méthodes naturelles de lutte contre les nuisibles*	• Fréquence et gravité des inondations • Mesures des dégâts causés par les inondations (sur les infrastructures, les ménages, les cultures) • Niveau de salinité des eaux souterraines et des terres agricoles • Rendements et revenus agricoles (consommation personnelle et commercialisation)

NOTE 3 DE SYNTHÈSE

Zones urbaines

Les écosystèmes urbains englobent les infrastructures vertes situées dans les villes, notamment les parcs et les jardins, ainsi que les zones naturelles situées à proximité immédiate des centres urbains, notamment les zones humides ou les forêts. Ces écosystèmes contribuent à réguler le ruissellement et les écoulements d'eau et fournissent des services importants pour la santé humaine, comme la purification de l'air, la réduction du bruit, le rafraîchissement urbain, ainsi que des effets bénéfiques sur la santé mentale[10].

Une urbanisation rapide ou non maîtrisée peut porter atteinte à l'intégrité des espaces verts urbains et des écosystèmes environnants, les zones humides et les forêts étant remplacées par des infrastructures, des logements ou des cultures. Cela limite la fourniture de services écosystémiques dans les zones urbaines et accroît la vulnérabilité des communautés locales. Une expansion urbaine non planifiée, par exemple, peut entraîner une baisse de l'infiltration d'eau, des inondations plus fréquentes, une érosion des sols et une pollution de l'eau des rivières et autres eaux libres.

En ville, les changements climatiques peuvent réduire la disponibilité en eau pour l'usage domestique, accentuer l'insécurité alimentaire et engendrer des risques sanitaires liés à la prévalence de maladies à transmission vectorielle ou d'origine hydrique[11], ainsi que des effets d'îlot de chaleur créés par les villes elles-mêmes (encadré 3). Ces désagréments affectent particulièrement les communautés urbaines confrontées à la pauvreté et à la marginalisation sociale associées aux établissements informels.

Les mesures d'AfE appliquées aux zones urbaines, telles que l'intégration d'évaluations des services écosystémiques dans les plans de gestion et d'urbanisme, peuvent aider les villes à préserver les services d'approvisionnement et de régulation, améliorant ainsi la santé et la qualité de vie des communautés locales. Elles peuvent également contribuer à renforcer la capacité d'adaptation des populations locales en améliorant la disponibilité des ressources naturelles (tableau 4).

Tableau 4. *Solutions d'AfE communément appliquées dans les écosystèmes des zones urbaines, et exemples d'indicateurs de résultats directement associés au principal objectif d'adaptation de chaque mesure.*

Effet ciblé lié aux changements climatiques	*Mesure d'AfE*	*Composantes des indicateurs de résultats*
Inondations et érosion des sols dues aux précipitations extrêmes et aux tempêtes de plus en plus fréquentes et violentes	**Reboisement urbain** afin de ralentir le ruissellement et de stabiliser les sols, protégeant ainsi les infrastructures et les bâtiments des inondations, ainsi que du sapement et de l'envasement de leurs fondations *p. ex. : plantation d'espèces d'arbres résilientes aux changements climatiques et stabilisatrices de sols et de plantes à usages multiples le long des routes*	• Fréquence et gravité des inondations • Mesures de l'érosion des sols • Mesures des dégâts causés par les inondations (infrastructures, bâtiments)
Stress thermique et sécheresses dus à la baisse et à la variabilité des précipitations, ainsi qu'à la hausse des températures	**Création d'espaces verts urbains** afin d'accroître le couvert forestier et végétal urbains, réduisant ainsi l'effet d'îlot de chaleur urbain et augmentant ainsi la disponibilité en eau *p. ex : plantation d'arbres, création de parcs et de jardins*	• Superficie du couvert végétal protecteur • Mesures des microclimats locaux (température et humidité)
Inondations dues aux précipitations extrêmes et aux tempêtes de plus en plus fréquentes et violentes	**Délimitation de zones de gestion des risques d'inondation** afin de créer des zones tampons végétalisées entre les zones à haut risque et les infrastructures, réduisant ainsi les dégâts causés par les inondations *p. ex. : création et gestion de zones tampons végétalisées entre les cours d'eau et les bâtiments dans les zones inondables*	• Fréquence et gravité des inondations • Mesures des dégâts causés par les inondations (sur les infrastructures, les bâtiments)

Encadré 3. Atténuer l'effet d'îlot de chaleur urbain

L'effet d'îlot de chaleur urbain est un phénomène selon lequel les températures observées dans les villes sont plus élevées que dans les zones environnantes. Il est provoqué par l'absorption et le rayonnement secondaire de la chaleur du soleil par les bâtiments et l'asphalte, mais aussi par d'autres sources de chaleur d'origine anthropique (véhicules, air conditionné, centrales électriques, etc.). Les phénomènes météorologiques extrêmes étant de plus en plus fréquents à cause des changements climatiques, il est probable que l'effet d'îlot de chaleur urbain s'intensifie[12]. Le développement des espaces verts dans les villes peut contribuer à atténuer ce phénomène : les parcs urbains et les forêts, les arbres présents en ville, la couverture végétale ainsi que les toitures et façades végétalisées sont autant de moyens de réduire la température de l'air grâce à l'évapotranspiration et à une ombre accrue[13]. Les espaces verts présentent également d'autres avantages : ils réduisent le ruissellement des eaux de surface, piègent le carbone, améliorent la qualité de l'air, apportent une valeur esthétique et fournissent des services culturels.

Zones côtières

Les écosystèmes côtiers englobent les dunes de sable, les herbiers marins, les récifs coralliens et les mangroves[14]. Les zones côtières abritent environ un tiers de la population mondiale[15], et les biens et les services fournis par ces écosystèmes présentent donc une importance vitale. La pêche dans les mangroves et les récifs coralliens, par exemple, est une source de nourriture et de subsistance dont dépendent de nombreuses communautés côtières. Les mangroves fournissent en outre du bois, du fourrage et des plantes médicinales ; elles servent également de puits de carbone. Les récifs coralliens génèrent notamment des revenus par le biais du tourisme. Les écosystèmes côtiers contribuent également à réduire les inondations, l'érosion et les dégâts provoqués par les ondes de tempêtes.

Ils sont soumis aux conséquences engendrées par une forte densité de population humaine et les activités de développement qui y sont liées. La pêche non durable, l'élimination de la végétation, le développement du tourisme et la pollution figurent parmi les causes de dégradation de ces écosystèmes.

Les changements climatiques ont eux aussi des effets notables sur les systèmes côtiers. Le réchauffement des océans peut entraîner un blanchissement des coraux et une dégradation des récifs, et l'élévation du niveau de la mer ainsi que les ondes de tempête de plus en plus fréquentes et violentes accroissent l'incidence de l'érosion côtière. De nombreuses mesures d'AfE appliquées aux zones côtières luttent donc contre les effets des changements climatiques relatifs aux inondations et à l'érosion (tableau 5), en restaurant ou en renforçant les services écosystémiques qui permettent également aux populations d'assurer leur subsistance.

Tableau 5. *Solutions d'AfE communément appliquées dans les écosystèmes côtiers, et exemples d'indicateurs de résultats directement associés au principal objectif d'adaptation de chaque mesure.*

Effet ciblé lié aux changements climatiques	*Mesure d'AfE*	*Composantes des indicateurs de résultats*
Élévation du niveau de la mer, inondations, érosion côtière et intrusions salines dues à la hausse des températures et aux ondes de tempête de plus en plus fréquentes et violentes	**Restauration ou réhabilitation des mangroves** afin de réduire l'énergie des vagues, l'érosion et les niveaux d'eau des ondes de tempête, limitant ainsi les inondations côtières, les intrusions salines dans les eaux souterraines et les terres agricoles, les dégâts matériels et les répercussions sur les moyens de subsistance *p. ex. : création de pépinières résilientes aux changements climatiques et résistantes aux nuisibles, et replantation*	• Ampleur de l'érosion côtière • Fréquence et gravité des inondations • Niveau de salinité des eaux souterraines et des terres agricoles • Rendements et revenus agricoles (consommation personnelle et commercialisation) • Mesures des dégâts causés par les inondations et les tempêtes (sur les infrastructures, les ménages, les cultures)
	Stabilisation des dunes et des plages afin de réduire l'érosion côtière et les inondations, limitant ainsi les dégâts matériels et les répercussions sur les moyens de subsistance *p. ex. : plantation de plantes dunaires pionnières autochtones et résilientes aux changements climatiques afin de fixer biologiquement ou de reboiser la crête dunaire*	
Intensité croissante de la houle, élévation du niveau de la mer, érosion côtière, perturbation de la migration de frai et modifications de l'abondance et de la diversité du poisson, dues à la hausse des températures, aux ondes de tempête de plus en plus fréquentes et violentes, ainsi qu'au réchauffement et à l'acidification des océans	**Réhabilitation des récifs coralliens** afin d'atténuer l'intensité des vagues et de développer les zones d'habitat et d'alevinage pour les poissons, réduisant ainsi les inondations, l'érosion et les dégâts matériels, permettant la pêche et assurant ainsi la subsistance des populations *p. ex. : restauration, élevage et transplantation de fragments de récif corallien*	• Fréquence et gravité des inondations • Ampleur de l'érosion côtière • Mesures de l'effort de pêche • Captures de poisson et revenus (consommation personnelle et commercialisation) • Revenus issus du tourisme de plongée sous-marine

Actions clés

- Comprendre les dynamiques des systèmes ainsi que les facteurs climatiques et non climatiques propres au contexte socio-écologique.
- Faire participer toutes les parties prenantes concernées à la définition des objectifs d'adaptation et à la sélection de mesures d'AfE adaptées au contexte (voir les notes de synthèse n° 2 et 5) et des approches complémentaires (note de synthèse n° 4).
- Tirer parti des méthodes et outils existants[16] pour évaluer les différentes solutions d'AfE.
- Recenser les compromis à trouver et les limites sur les plans temporels et géographiques ainsi que les « perdants » et les « gagnants » afin de répartir les coûts et les avantages aussi équitablement que possible et d'éviter les inadéquations.
- Mettre en place dès le début un suivi et une évaluation efficaces, en sélectionnant des indicateurs correspondant aux objectifs et adaptés aux mesures mises en œuvre.
- Suivre les progrès réalisés au regard des objectifs intermédiaires, ainsi que leur impact éventuel.

Références

[1] Sumaila, U. R., Cheung, W. W. L., Lam, V. W. Y., Pauly, D. et Herrick, S., « Climate change impacts on the biophysics and economics of world fisheries ». *Nature Climate Change*, vol. 1, 2011, p. 449-456.

[2] Programme des Nations Unies pour le développement, *Making the case for ecosystem-based adaptation: the global mountain EbA programme in Nepal, Peru and Uganda*. PNUD, New York, 2015.

[3] Egan, P. A. et Price, M. F., *Mountain ecosystem services and climate change: a global overview of potential threats and strategies for adaptation*. UNESCO, Paris, 2017.

[4] Kohler, T., Wehrli, A. et Jurek, M., *Mountains and climate change: a global concern*. Sustainable Mountain Development Series. Centre for Development and Environment (CDE), Agence suisse pour le développement et la coopération (SDC) et Geographica Bernensia, Bern, 2014.

[5] *Ibid.*

[6] Groupe de la gestion de l'environnement des Nations Unies, *Global drylands: a UN system-wide response.* Nations Unies, New York, 2011.

[7] Thomas, R., Stewart, N. et Schaaf, T., *Drylands: sustaining livelihoods and conserving ecosystem services*. Institut pour l'eau, l'environnement et la santé, Hamilton, 2014.

[8] Spear, D., Baudoin, M-A., Hegga, S., Zaroug, M. Okeyo, A. et Haimbili, E., *Vulnerability and adaptation to climate change in the semi-arid regions of southern Africa*. Initiative de recherche collaborative en matière d'adaptation en Afrique et en Asie, 2015.

[9] Russi, D., ten Brink, P., Farmer, A., Badura, T., Coates, D., Förster, J., Kumar, R. et Davidson, N., *The economics of ecosystems and biodiversity for water and wetlands*. PIEE, Londres et Bruxelles ; Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, 2013.

[10] Gómez-Baggethun, E. *et al.*, « Urban ecosystem services ». Dans Elmqvist, T. *et al.* (éditeurs), *Urbanization, biodiversity and ecosystem services: challenges and opportunities.* Springer, Dordrecht, 2013.

[11] *Ibid.*

[12] McCarthy, M. P., Best, M. J. et Betts, R. A., « Climate change in cities due to global warming and urban effects ». *Geophysical Letters*, vol. 37, L09705, doi : 10.1029/2010GL042845, 2010.

[13] Shishegar, N., « The impacts of green areas on mitigating urban heat island effect: a review ». *The International Journal of Environmental Sustainability* vol. 9, 2014, p. 119-130.

[14] Programme des Nations Unies pour l'environnement, *Options for ecosystem-based adaptation (EbA) in coastal environments: a guide for environmental managers and planners.* PNUE, Nairobi, 2016.

[15] Programme des Nations Unies pour l'environnement, *Marine and coastal ecosystems and human wellbeing: a synthesis report based on the findings of the Millennium Ecosystem Assessment.* PNUE, Nairobi, 2006.

[16] Centre mondial de la surveillance pour la conservation de la nature, EbA Tool Navigator. UNEP-WCMC, Cambridge, 2018.