

COMMUNIQUER 7

LES ZONES HUMIDES, DES ALLIÉES FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Dans son rapport de 2014, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) confirme que l'influence de l'Homme sur le système climatique est en augmentation et qu'il est quasiment certain que ce dernier est la principale cause du réchauffement climatique. Par ailleurs, les auteurs du rapport considèrent qu'avec l'accroissement de la perturbation du climat par les activités anthropogènes, on devrait constater un accroissement du risque des impacts extrêmes, généralisés et irréversibles pour les hommes et les écosystèmes.

Sur la bases des données scientifiques ayant servi à la stratégie d'adaptation au changement climatique du bassin Seine-Normandie - et en tenant compte de l'existence de distorsions géographiques importantes et de différents scenarii (RCP2.6 à RCP8.5) - les prévisions globales affichées pour 2100 sont en moyenne :

- augmentation d'environ 2°C de la température des eaux de surface ;
- réduction des précipitations d'environ 12% (étant noté que les dernières projections montrent une légère hausse des précipitations) ;
- augmentation de l'évapotranspiration d'environ 23% ;
- réduction des débits des cours d'eau de 10 à 30% ;
- réduction de la recharge des nappes d'environ 30% ;
- augmentation de l'intensité et de la fréquence des sécheresses extrêmes et des fortes pluies.

Ceci étant, il convient de comprendre quel sera l'impact de tels changements sur les zones humides et comment ces dernières peuvent également agir sur le climat et ses conséquences.

Zones humides : quel rôle face au changement climatique ?

Parmi le panel de services fournis par les zones humides, quatre services écosystémiques peuvent être identifiés comme jouant un rôle d'"amortisseur climatique" :

- régulation du climat ;
- protection contre les événements climatiques extrêmes ;
- prévention contre les submersions marines ;
- maintien de la bonne qualité des milieux aquatiques.

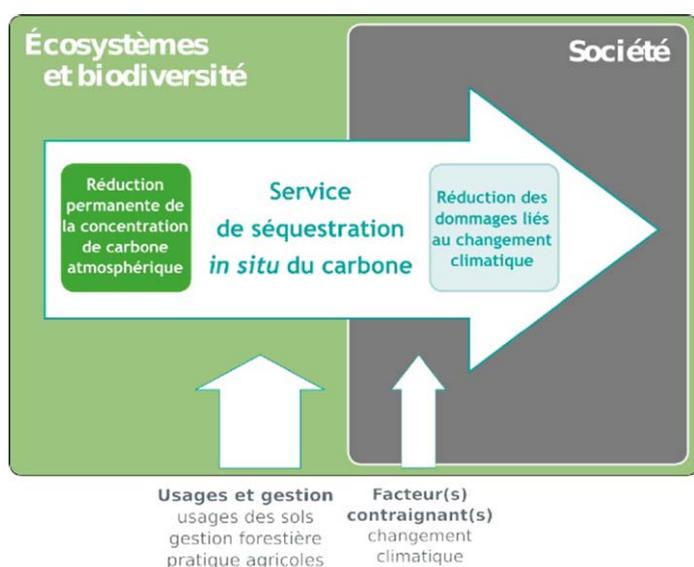


Le 8 décembre 2016, le comité de bassin Seine-Normandie a adopté une stratégie d'adaptation au changement climatique sur le bassin Seine-Normandie qui reconnaît le rôle des zones humides, lequel est formulé notamment dans l'action B.3 :

"Les zones humides ont un rôle fondamental à jouer dans le cycle du carbone et dans l'atténuation des changements climatiques mais elles aident aussi les populations, les espèces et les écosystèmes à s'adapter à ces changements."

Régulation du climat

Le service écosystémique de "régulation du climat" est la capacité de certains écosystèmes à stocker et à séquestrer à long terme des gaz dits à "effet de serre". Cette extraction du cycle global conduit à leur réduction dans l'atmosphère et atténue ainsi les émissions anthropiques. Les gaz en question sont principalement le gaz carbonique (CO₂), le méthane (CH₄) ou l'oxyde nitreux (N₂O, également appelé protoxyde d'azote). Ce dernier, principalement issu d'une agriculture à forts intrants azotés, est aussi émis naturellement par toute une série de sources biologiques dans les sols et dans l'eau, et notamment par l'action microbienne dans les forêts tropicales humides.



Caractérisation du service écosystémique de séquestration in situ du carbone (Source: EFSE, mars 2019. La séquestration du carbone par les écosystèmes en France)

Depuis 1750, les concentrations de CO₂, de méthane et d'oxyde nitreux ont connu une augmentation importante - respectivement de 40%,

150% et 20% - et ont engendré une augmentation des températures moyennes à l'échelle du globe d'environ 0,85°C.

Bien que toutes les zones humides soient des puits de carbone, cette fonction varie beaucoup d'un écosystème à l'autre en raison de la variété de ces milieux.

Deux milieux sont particulièrement ciblés en métropole - les tourbières et les marais tidaux - mais la majorité des zones humides riveraines des cours d'eau et des estuaires piège également de grandes quantités de sédiments carbonés provenant de sources naturelles ou anthropiques des bassins versants. Elles restituent une partie de ce carbone sous forme dissoute aux écosystèmes adjacents via les flux hydrauliques. Ces transports horizontaux peuvent affecter la séquestration et les taux d'émission de carbone.

Le drainage des zones humides abaisse les émissions de méthane à zéro et, dans certains cas, consomme même de petites quantités de méthane atmosphérique. Il a toutefois été signalé que la diminution des émissions de méthane des zones humides drainées pourrait être compensée - dans certains cas complètement - par une augmentation des émissions de méthane des eaux stagnantes des fossés drainants.

Au final, l'altération des zones humides libère du carbone dans l'atmosphère et constitue une menace potentielle d'accélération de l'effet de serre. Les zones humides dégradées dégagent par ailleurs du protoxyde d'azote et du méthane.

Les gaz à effet de serre

Les gaz à effet de serre sont nombreux - H₂O, CO₂, CH₄, N₂O, O₃, hydrofluorocarbures (HFC) - mais l'homme, par son action, a augmenté la concentration de certains d'entre eux dans l'atmosphère. Dans le 5^{ème} rapport du GIEC, ces gaz sont responsables d'un forçage radiatif plus ou moins important des gaz à effet de serre entre 1750 et 2011 : 56 % (CO₂), 32 % (CH₄), 6 % (N₂O).

Le pouvoir de réchauffement des différentes molécules et leur durée de séjour dans l'atmosphère diffèrent. Il a ainsi été proposé de définir le Pouvoir de Réchauffement Global (PRG), qui est calculé en tenant compte de ces éléments puis ramené à une période de temps donnée (PRG₁₀₀ pour une période de 100 ans).

Gaz	Durée de séjour approximative dans l'atmosphère	PRG ₁₀₀
Gaz carbonique	100 ans	1
Méthane	12 ans	21
Protoxyde d'azote	120 ans	310

Source : GIEC, 5^{ème} rapport d'évaluation, 2014

Les tourbières

La transformation progressive de la végétation en tourbe stocke des quantités importantes de carbone durant des milliers d'années. À l'échelle mondiale, avec un recouvrement de 3% des terres émergées, les tourbières représentent un tiers du stock du carbone total des sols. Par conséquent, bien que leur surface à l'échelle planétaire soit dix fois inférieure à celle des forêts (30% de la surface terrestre), elles stockent deux fois plus de carbone. La dégradation des tourbières conduit à la production de 2,7 millions de tonnes de CO₂/an (soit 30 000 fois le tour de la terre en avion). Leur préservation est donc un enjeu majeur dans la lutte contre le changement climatique. On peut noter qu'en métropole, leur superficie actuelle est estimée à seulement 0,2% du territoire.

Les conditions favorables à l'accumulation de tourbe peuvent également favoriser l'émission de méthane (CH₄). Or, une molécule de CH₄ dans l'atmosphère contribue 32 fois plus à l'effet

de serre qu'une molécule de CO₂, mais reste une dizaine de fois moins longtemps dans l'atmosphère. Ce dernier est produit en condition anaérobie durant la dégradation de la matière organique, quand nitrates, manganèse, fer ou sulfate ne sont pas présents dans le sol. Cependant, tant que l'un des quatre éléments précités est présent, ce mécanisme ne se met pas en place, ceux-ci étant des accepteurs d'électrons plus efficaces. Par ailleurs, le processus de production du méthane est très complexe et il est possible que la molécule soit réoxydée en CO₂ au contact d'horizons oxygénés avant d'être relargué dans l'atmosphère. Les quantités les plus importantes de méthane sont produites depuis les niveaux les plus bas des tourbières (catotème), alors que les niveaux les plus hauts (acrotème) produisent du CO₂ et, au pire, émettent du méthane des niveaux inférieurs oxydés. Dans tous les cas, il est essentiel de retenir la fonction de puits de carbone des tourbières.

Les marais tidaux

Les marais tidaux sont capables de capter le CO₂ atmosphérique par photosynthèse, de le transformer en carbone organique (macroalgues et phytoplancton), mais également de séquestrer ce carbone dans les sédiments par piégeage des matières détritiques en suspension et du carbone associé (sous nos latitudes, ce stock varie entre 15 et 30 kg de carbone par mètre carré, ce qui est considérable).

Les quantités de carbone mises en jeu dans ces mécanismes sont quasiment doubles de celles assurées par les différents types d'écosystèmes forestiers lorsque l'on rapporte ces flux par unité de surface. Le carbone va être séquestré tant au niveau du sédiment qu'à celui des parties vivantes et mortes des végétaux. Contrairement aux forêts terrestres, les sédiments sous-jacents croissent si les écosystèmes restent en bonne santé et ne se saturent pas en carbone (exemple d'un herbier de Posidonie au sein duquel des sédiments carbonés se sont accumulés pendant plus de 6 000 ans).

Ces milieux exportent également de grandes quantités de carbone organique et inorganique vers les systèmes aquatiques adjacents.

La production de méthane dans ces milieux est généralement faible car elle est entravée par des niveaux importants de sulfates provenant de l'eau de mer (troisième sel le plus abondant après l'ion chlore et l'ion sodium). Dans le contexte de changement global, si les taux d'accrétion sont insuffisants pour accompagner l'élévation du niveau de la mer, ces milieux perdront un pourcentage notable de leur efficacité de captation et de stockage de carbone.

La perte constatée de surface de 1 à 2% par an en raison du changement climatique et surtout des pressions anthropiques entraîne donc la régression d'un important puits de carbone, même si son rôle global s'avère aujourd'hui marginal.

Carbone bleu

On appelle "carbone bleu" la séquestration du carbone par les marais maritimes, mangroves et herbiers. Le "carbone bleu" comprend également la séquestration par les compartiments phyto-planctoniques. Cependant, mis en regard avec le carbone stocké par les écosystèmes terrestres et appelé "carbone vert", le "carbone bleu" désigne parfois uniquement le rôle des écosystèmes marins côtiers.

La régulation du microclimat

On peut définir le microclimat comme le climat de tout espace local qui diffère sensiblement du climat dominant d'ordre de grandeur plus élevé. Cet espace peut être une pente, une vallée, un lit d'oued, une cité, une oasis, un fossé d'irrigation ou la couche d'air comprise entre le sol et un couvert végétal. De par le développement de leurs infrastructures, les villes ont vu naître un nouveau phénomène : les îlots de chaleur urbains. Ce sont des microclimats artificiels caractérisés par des élévations localisées des températures - et plus particulièrement des températures maximales diurnes et nocturnes - enregistrées en milieu urbain par rapport aux zones rurales et forestières

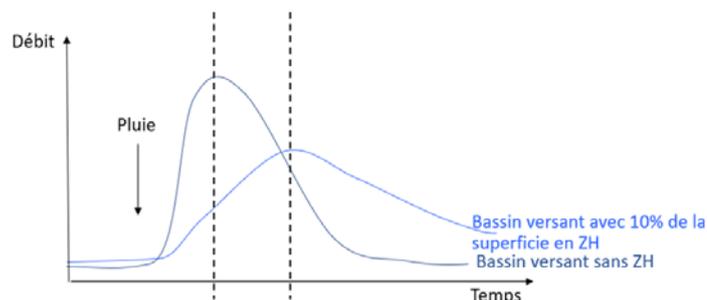
voisines ou aux températures moyennes régionales. Il s'avère qu'en raison de leur végétation et de la présence possible d'eau en surface, les zones humides vont permettre la mise en place de processus d'évapotranspiration régulant la température localement. L'appellation d'îlot de fraîcheur, en opposition aux îlots de chaleur, s'est développée afin d'évoquer ces climats très restreints. Les bénéfices de grands ensembles humides (grands marais, estuaires, deltas) ou des zones humides en densité importante peuvent être effectifs *in situ*, mais également de manière plus large grâce à l'apport de leur fraîcheur par les vents dominants.

Soutien d'étiage et atténuation des crues

D'après l'équation de Clausius-Clapeyron, la pression de vapeur saturante de l'air augmente d'environ 7% par degré de réchauffement. En effet, plus l'air est chaud, plus sa teneur en eau peut être élevée. Au regard de ce théorème, il a été émis l'hypothèse - corrélée par les observations - que les épisodes de pluies extrêmes allaient s'intensifier.

La plupart des zones humides peuvent stocker l'eau dans le sol ou la retenir à la surface et conduisent ainsi à la diminution de l'intensité des crues et des inondations. Elles contribuent ainsi à retarder et à atténuer les pics de crues. Le schéma ci-dessous illustre par un hydrogramme les modifications du pic de crue envisageable en cas de suppression de zones humides.

La taille des bassins versants, et donc leur temps

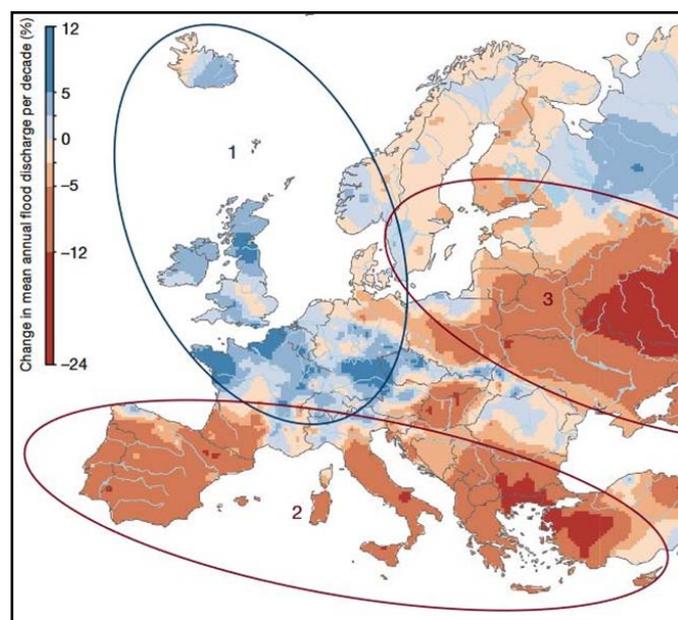


de réponse, est également un élément crucial. Les petits bassins versants sont très sensibles aux pluies intenses car elles affectent la globalité de leur surface alors que les grands bassins sont généralement touchés de façon partielle, leur réponse étant davantage liée à une lente accumulation des pluies sur plusieurs jours, voire plusieurs semaines.

Comme indiqué en introduction de cette fiche, les

prévisions globales à l'échelle du bassin soulignent une modification des régimes hydriques se traduisant par une accentuation des contrastes saisonniers (pluies plus intenses et chaleurs plus fortes).

L'augmentation des besoins humains et la modifi-



Tendances régionales de l'évolution des débits de crues en Europe (1960-2010). Source: G. Bloeschl et al., 2019. Changing climate both increases and decreases European river floods. Dans *Nature* 573, p108-111.

cation du régime des précipitations et du phénomène d'évapotranspiration provoquée par le changement climatique ont une incidence majeure sur l'évolution des processus hydrologiques. Ces facteurs débouchent sur une concurrence accrue au niveau des ressources en eau disponibles et fait craindre des pénuries d'eau encore plus marquées en été. Les zones humides sont donc parti-

culièrement importantes pour leur fonction de soutien au débit d'étiage des cours d'eau. L'eau retenue dans les zones humides pendant les périodes pluvieuses ou lors d'événements météorologiques exceptionnels alimente pro-

gressivement les nappes phréatiques et restitue progressivement l'eau aux cours d'eau pendant les périodes sèches.

Submersions marines

Les espèces végétales présentes sur le schorre ralentissent la circulation de l'eau, réduisent la turbulence et augmentent la sédimentation. Ces effets hydrodynamiques tendent à réduire l'érosion du sédiment et à améliorer sa fixation. Dans les marais salés, la végétation est capable d'enrichir le sol en matière organique, ce qui en renforce la cohésion et en freine l'érosion.

Ces éléments affectent indirectement la propagation des vagues en modifiant la bathymétrie côtière et en exerçant ainsi un contrôle primaire de leur énergie. Dans l'eau relativement peu profonde, la friction sur ces habitats végétalisés et l'entraînement de particules sédimentaires atténuent la hauteur des vagues lorsqu'elles se propagent vers la rive. Ceci étant, dans une certaine mesure, la zone tidale protège des submersions marines. Or, dans les zones côtières, les écosystèmes végétalisés ont perdu entre 25% et

50% de leur surface au cours des cinquante dernières années, réduisant de fait les fonctions de ces milieux.

De plus, avec une prévision dépassant 80 cm d'élévation moyenne du niveau des mers d'ici à la fin du siècle, les inondations par la mer d'occurrence centennale (haut niveau de marée conjugué à une tempête) vont devenir moins que quinquennales. Si, au fur et à mesure de l'élévation du niveau des mers, ces milieux n'ont pas la possibilité de se stabiliser par accrétion ou de s'étendre sur les terres nouvellement submergées, leur superficie décroîtra et ils ne joueront plus leur rôle protecteur.

Pour plus d'informations :

- E. Maltby, 2009. Functional assessment of wetlands towards evolution of ecosystem services.

Des rétroactions

Afin de rendre les services évoqués précédemment, les zones humides ont besoin d'une protection active. Les estimations montrent une forte réduction des milieux humides de l'ordre de 40 à 80% selon les territoires du bassin pendant les deux derniers siècles et notamment dans les années 1960 à 1990 dans le cadre d'une politique agricole productiviste issue du contexte d'après-guerre.

L'augmentation des températures, les changements de précipitations et l'élévation du niveau de la mer sont les principaux aspects du changement climatique qui affecteront la distribution et les fonctions des zones humides. On estime qu'un tiers des trois cents zones humides Natura 2000 du bassin sont dépendantes des nappes et risquent donc d'être asséchées en cas de baisse de ces dernières.



Une élévation de la température de 1°C provoque une augmentation de 1,6% de la consommation en eau potable, accroissant ainsi la pression sur les débits d'étiage et la surexploitation des eaux souterraines.

Les changements globaux, avec notamment l'augmentation de l'évapotranspiration et les modifications des régimes pluviométriques, devraient altérer les modes de fonctionnement des milieux humides et accroître l'émission de méthane et de dioxyde de carbone si rien n'est fait pour maintenir ces milieux en bon état.

Les tourbières peuvent également être affectées par les processus précités qui entraînent une baisse des niveaux d'eau et une oxydation de l'histosol, conduisant ainsi à une augmentation des taux de décomposition de la matière organique et des émissions de gaz à effet de serre.

Dans certains contextes, le changement climatique pourrait permettre une augmentation de la turfogénèse avec une production végétale plus importante due à l'augmentation du CO₂ et des températures. Ce phénomène ne pourra se produire que si la tourbe reste bien alimentée en eau.

Dans les écosystèmes humides, l'augmentation de la température a des impacts directs et irréversibles sur le fonctionnement et la distribution des espèces et sur l'équilibre et les services des écosystèmes ainsi que des impacts de second ordre sur les moyens de subsistance locaux. Avec un réchauffement moyen de la température de 1°C,

les espèces devraient gagner 180 km vers le nord et 150 m en altitude. De plus, on prévoit une modification de la phénologie végétale mais aussi animale (date de reproduction, migration, etc.) avec des désynchronisations d'interactions spécifiques.

L'ensemble de ces éléments devrait rendre les écosystèmes de zone humide plus fragiles aux agressions extérieures telles que la concurrence des espèces exotiques envahissantes dont la forte capacité d'adaptation accentue le stress causé aux espèces animales et végétales de ces milieux en forte régression. Un point positif cependant : à l'inverse, certaines espèces envahissantes pourraient être fragilisées par les changements et voir leur progression ralentir, voire régresser.

Le changement climatique peut affecter les marais salants de plusieurs manières, notamment avec l'élévation du niveau de la mer quand des digues empêchent la végétation des marais de remonter dans les terres. Cependant, ce phénomène n'est pas systématique et des marais peuvent perdurer grâce à une sédimentation suffisante permettant de maintenir la profondeur originelle. Mais notons bien qu'un apport suffisant en sédiments est alors primordial.

Dans cette fiche, nous avons abordé les principaux services rendus mais il en existe d'autres tels que les réserves fourragères que représentent les zones humides en période de sécheresse.

Explore 2070

Les données sur lesquelles se base la stratégie de l'Agence de l'eau proviennent en partie du projet Explore 2070. Ce dernier, qui s'est déroulé de juin 2010 à octobre 2012, a eu pour objectif :

- d'évaluer les impacts du changement climatique sur les milieux aquatiques et la ressource en eau à l'échéance 2070 pour anticiper les principaux défis à relever et hiérarchiser les risques ;
- d'élaborer et d'évaluer des stratégies d'adaptation dans le domaine de l'eau en déterminant les mesures d'adaptation les plus appropriées tout en minimisant les risques.

Le projet a été porté par la Direction de l'Eau et de la Biodiversité du Ministère en charge de l'écologie avec la participation des Agences de l'eau, de l'Onema (devenu OFB), du CETMEF (devenu CEREMA), des DREAL de bassin, du CGDD, de la Direction Générale de l'Énergie et du Climat et de la Direction Générale de la Prévention des Risques. Il a rassemblé une centaine d'experts issus de laboratoires de recherche et de bureaux d'études spécialisés.

Pour plus d'informations :
<https://professionnels.ofb.fr/fr/node/44>

Le projet Life NaturAdapt

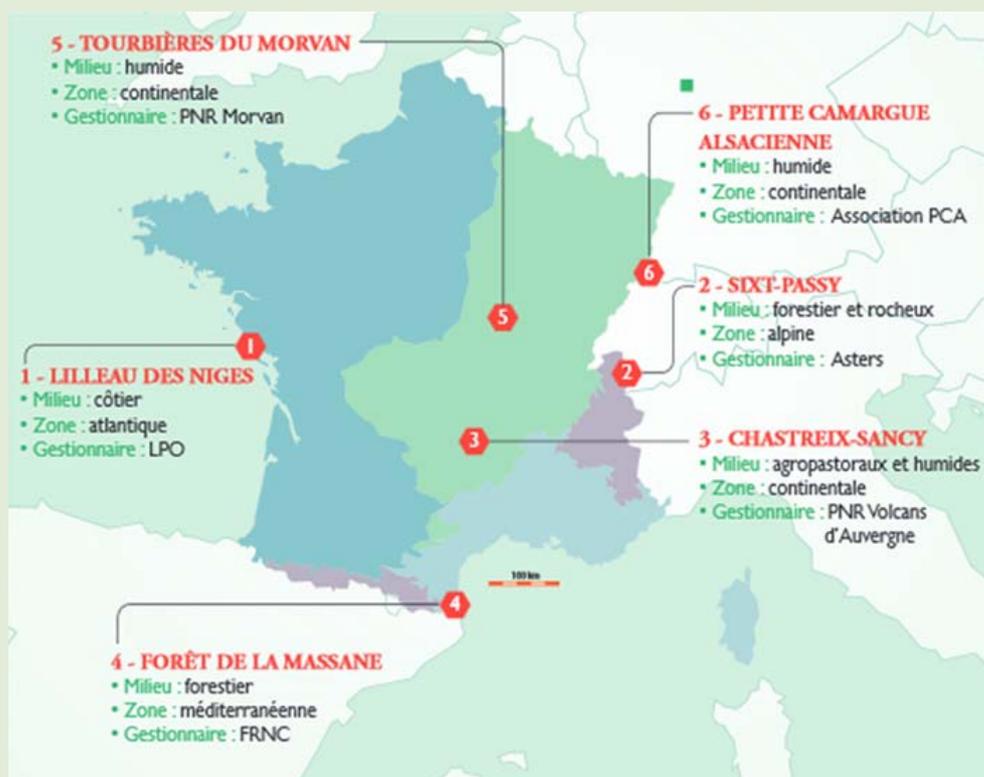
En s'appuyant sur un processus d'apprentissage collectif dynamique avec neuf autres partenaires, l'association des Réserves naturelles de France coordonne le projet Life Natur'Adapt qui vise à intégrer les enjeux du changement climatique à la gestion des espaces naturels protégés européens et ce, en innovant sur la base des ressources existantes. Prévu sur une période de 5 ans (2018-2023), il se décompose en 3 axes majeurs :

- l'élaboration de méthodes et d'outils opérationnels à destination des gestionnaires pour élaborer un diagnostic de vulnérabilité au changement climatique et un plan d'adaptation ;
- le développement et l'animation d'une communauté d'experts et de praticiens de l'adaptation dans les espaces naturels ;
- l'activation de tous les leviers nécessaires à la mise en œuvre concrète de l'adaptation.



Les différents outils seront expérimentés sur six réserves partenaires du projet, puis revus et tes-

tés sur quinze autres sites avant d'être déployés à l'échelle nationale et européenne.



Contact : naturadapt-rnf@espaces-naturels.fr

Pour plus d'informations :

- 5ème rapport du GIEC sur les changements climatiques et leurs évolutions futures : <http://leclimatchange.fr/>
- Zones humides infos N°59-60 sur le changement climatique : <https://www.snnpn.com/wp-content/uploads/2016/08/ZHI-59-60-changement-climatique-web.pdf>

