

intéressantes. La restauration des marécages, qui empêcheraient 18,2 milliards de dollars de pertes, ne coûterait que 2 milliards. La reconstitution des récifs huîtres éviterait 9,7 milliards de dollars de pertes pour 1,3 milliard dépensé. Le retour d'îles barrières sauverait 5,9 milliards de dollars pour un investissement de 1,2 milliard. Et le renflouement des plages appauvries avec du sable prélevé dans les fonds marins, dans l'est du Golfe, économiserait 9,3 milliards de dollars pour un coût de 5,5 milliards. La performance de cette dernière option, qui s'apparente à vouloir remplir un seau percé, a beaucoup surpris. En résumé, sur les 134 milliards de pertes annoncées, on peut en éviter plus de 50 (soit environ 40%) de manière rentable grâce à des infrastructures vertes.

Une autre forme de restauration ne faisait pas partie de l'étude: laisser fuiter des eaux chargées en sédiments du Mississippi par un trou dans les digues du fleuve pour que ces sédiments se répandent dans les marécages en difficulté améliorerait leur santé. Mais la région s'affaisse, notamment en raison des milliers de kilomètres d'oléoducs qui parcourent le delta dans des canaux creusés, fragilisant le bassin sédimentaire. Même le très boueux Mississippi ne peut pas seul la sauver de l'avancée de la mer.

Michael Beck remarque que les infrastructures construites sont encore très importantes et que la rentabilité n'est pas la seule considération. «Partout où vous trouverez une quantité significative de propriétés et d'habitants, [les solutions naturelles] seront employées conjointement à des infrastructures artificielles,» précise-t-il. Les zones métropolitaines, les ports et autres zones où la tolérance face au risque d'une inondation majeure est extrêmement faible recourent à des digues hors normes, même si elles ne sont pas rentables. Cependant, une approche hybride serait ici profitable, car «si vous construisez des digues, elles ont besoin d'être moins hautes quand des marécages les précèdent».

Une des raisons pour lesquelles les littoraux vivants deviennent une option économiquement viable pour la protection côtière est que l'on sait de mieux en mieux les reconstruire. Les premières tentatives de restauration des marécages, fondées sur l'idée que chaque plante doit avoir suffisamment d'espace pour éviter la compétition, étaient en fait contre-productives. En effet, «ensemble, les plantes marécageuses partagent l'oxygène de sorte que leur taux de croissance est deux fois plus élevé», explique Brian Silliman, de l'université Duke, en Caroline du Nord. Plantez-les en grosses touffes, et le taux de croissance de chaque plante peut même tripler. Ajoutez des crabes bleus, friands d'escargots herbivores, et la végétation s'épanouira plus encore.

Les scientifiques ont aussi découvert que les marécages se portent mieux quand ils sont

eux-mêmes protégés par une bande robuste constituée de matériaux durs comme des coquilles, des pierres... et faisant face à la mer. La hauteur et la position de cet édifice sont ajustées de façon que l'eau le recouvre seulement à marée haute. Cette «marche», ou berme, dissipe une grande partie de l'énergie des vagues et retient les sédiments grâce auxquels l'herbe s'épanouit et les sols marécageux sont préservés, voire renforcés.

Peu importe le matériau tant qu'il est solide. De grands projets de stabilisation des côtes utilisent d'énormes rochers ou des blocs de béton empilables, une pratique critiquée par certains experts pour qui ces littoraux n'ont de vivants que le nom. Cependant, de nombreuses approches de restauration de plus petite envergure intègrent des édifices naturels. Ainsi, dans le sud-est des États-Unis et sur la côte du Golfe, les marécages disposaient historiquement d'une berme naturelle sous la forme de récifs d'huîtres intertidaux. Mais une grande partie de ces derniers, victimes d'une surexploitation, n'assure plus son rôle protecteur, exposant les marais à l'érosion. Comment y remédier?

Dans ces eaux chaudes et propices à l'épanouissement des huîtres, on restaure ces récifs en installant un substrat solide, à l'avant des marais, pour que les jeunes huîtres puissent s'y fixer. Dans certains sites battus par les vagues, on installe des petites structures creuses en béton ou des filets en plastique remplis de coquillages. Lorsqu'ils fonctionnent, ces matériaux artificiels sont rapidement recouverts d'huîtres et disparaissent sous le récif croissant. Mais le béton demeure souvent visible pendant des années, et les sacs sont critiquables car ils se corrompent et dégradent l'environnement.

L'ATTRAPEUR D'HUÎTRES

Rachel Gittman teste l'*Oyster Catcher* («attrapeur d'huître»), un matériau alternatif constitué de toile de jute trempée dans du ciment et roulée selon diverses configurations. Sa surface, quand elle s'est solidifiée, offre un espace suffisant pour recruter des larves d'huîtres. Léger et flexible, il résiste en outre assez longtemps pour qu'un récif s'établisse avant de se désintégrer. Ce produit a connu son baptême du feu lorsque les ouragans Florence et Michael ont frappé la Caroline du Nord en 2018. Les sacs de coquillages ont valdingué dans les marécages, mais les récifs d'*Oyster Catcher* n'ont pas bougé.

Rachel Gittman et Michael Beck soulignent le besoin d'adapter les littoraux vivants aux conditions locales. Si la restauration des récifs d'huîtres est si efficace dans le Golfe et le Sud-Est, c'est qu'il y a une grande quantité d'huîtres sauvages. Ce n'est pas le cas partout.

La leçon vaut aussi pour les récifs coralliens, la défense naturelle la plus sous-estimée. «Il s'agit de l'écosystème le plus efficace pour



L'*Oyster Catcher* («attrapeur d'huîtres») est une toile de jute enduite de ciment sur laquelle les huîtres, jeunes et adultes, s'épanouissent. Les remparts ainsi édifiés protègent les marais et, au-delà, la terre ferme, des assauts de l'océan.



LE LITTORAL FRANÇAIS, AUSSI ENTRE BÉTON ET NATURE

La France n'est pas épargnée par les tempêtes. Des cyclones et des ouragans marquants ont frappé les côtes ces dernières années (Lothar et Martin en 1999, Dean en 2007, Klaus en 2009, Xynthia en 2010, Irma en 2017...), causant des submersions ou des modifications importantes du trait de côte.

Cette succession d'événements est survenue dans un contexte de réflexions et de travaux entamés depuis la fin des années 2000 à la suite de divers « Grenelle » et de la prise en compte des effets prévisibles du changement climatique. Les autorités n'ont en grande partie analysé les conséquences des phénomènes cités que par le prisme de leur caractère exceptionnel et du dimensionnement et de la défaillance des systèmes de défense existant. Cependant, l'aménagement du territoire et le rôle des éléments naturels participant à la résilience des territoires ont de plus en plus leur place dans la Stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte (SNGITC) de l'État et les Programmes d'actions et de prévention des inondations (PAPI) des collectivités. L'efficacité des milieux naturels dans la réduction des aléas lors des événements extrêmes s'est de fait imposée. Ainsi, lors de la tempête Xynthia, les débordements massifs de l'onde de marée dans les marais et plaines littorales dans l'aval de l'estuaire de la Charente ont diminué localement la hauteur d'eau dans la ville Rochefort et limité la submersion.

Pour faire face, la France étudie et expérimente des solutions fondées sur la nature. Citons les marais maritimes naturels, les prés salés et les mangroves qui amortissent la houle. Ou encore, les dunes libres formant une sorte de digue naturelle et les récifs d'huîtres, de posidonies, de coraux ou d'hermelles (des vers marins bioconstructeurs) qui jouent le rôle de brise-lames. En plus de leur rôle dans le maintien du bon état écologique des territoires, toutes ont l'avantage de se régénérer naturellement et gratuitement après un événement majeur. Mais pas immédiatement. L'approche française se distingue toutefois en ce qu'elle est, pour l'instant, plutôt portée par des acteurs de la protection de l'environnement et donc plutôt axée sur des méthodes de restauration ou de confortement des milieux côtiers en accompagnant les phénomènes naturels. Les pays anglo-saxons mettent l'accent sur la notion de risque, et dans ce cadre, privilégient plus l'ingénierie verte en créant de nouveaux substrats et milieux. Le Conservatoire du littoral, à travers le programme *Life Adapto*, expérimente divers types de solutions fondées sur la nature sur dix littoraux, des côtes poldérisées (en grande partie



en dessous du niveau de la mer) du Pas-de-Calais jusqu'à la Corse en passant par l'Atlantique et même la Guyane. Neuf autres territoires se sont aussi engagés dans cette dynamique via un appel à projets lancé par le ministère de la Transition écologique en 2019. Ces initiatives aideront à mieux comprendre les conditions de l'efficacité de ces solutions, tant sur les points techniques que réglementaires et sociaux dans le contexte français, assez spécifique. En effet, dans notre pays, les collectivités sont tenues d'assurer un niveau de protection défini qu'il est difficile de garantir avec des solutions sans digues. Autre particularité française, l'importance donnée à la puissance publique pour la protection contre les inondations et la gestion de l'érosion rend plus compliquée l'acceptation des riverains et des usagers (alors que dans les pays anglo-saxons, les propriétaires sont partie prenante des décisions et du financement) de solutions certes plus économiques, mais qui impliquent de rendre des espaces, parfois très utilisés, à la mer, et de potentiellement changer des pratiques, notamment de loisirs. L'acceptation sociale de cette mobilité et des nouveaux paysages créés, leur retranscription politique et réglementaire, ainsi que l'accompagnement des activités économiques et des zones protégées du littoral vers l'intérieur des côtes constituent actuellement le défi majeur dans notre pays pour la mise en place de solutions fondées sur la nature. Pourtant, celles-ci restent parmi les plus appropriées pour préparer les territoires littoraux aux effets déjà perceptibles du changement climatique.

ADRIEN PRIVAT,
responsable de mission interface terre-mer
au conservatoire du littoral.

Le marais de Moëze, en Charente-Maritime, est une succession de marais salants obtenus par creusement et endiguement. Il est aujourd'hui fragilisé par les aléas climatiques récurrents, mais plusieurs scénarios de gestion du trait de côte sont à l'étude pour le préserver.