



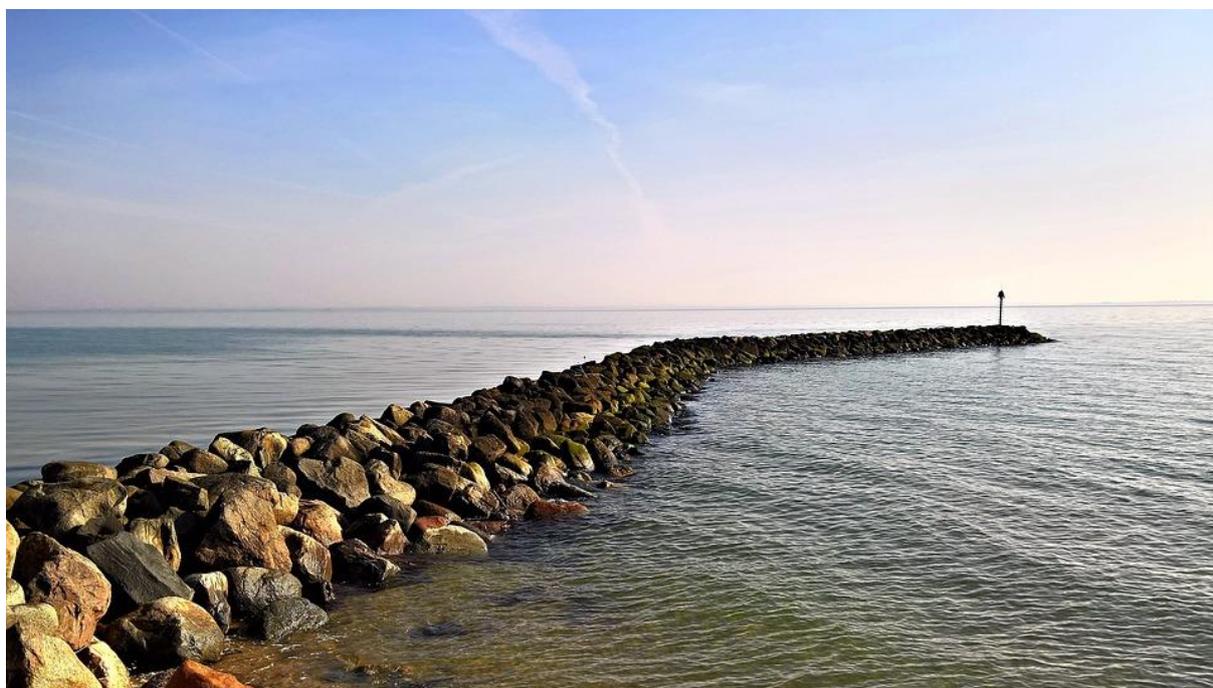
Les études de

La Fabrique Ecologique

FONDATION PLURALISTE DE L'ÉCOLOGIE

L'adaptation au changement climatique sur le littoral français

Juillet 2019



Jill Madelenat

Chargée d'études à La Fabrique Ecologique

Synthèse

Le changement climatique va affecter les littoraux français métropolitains, en bouleversant certains écosystèmes et en aggravant les risques naturels d'érosion et de submersion. Ce rapport fait le bilan des différentes manifestations du changement climatique sur les littoraux et de la mise en œuvre encore très insatisfaisante des différentes modalités d'adaptation.

Il fait d'abord le point sur les modifications des paramètres physico-chimiques de l'environnement littoral liées au changement climatique : augmentation des températures de l'atmosphère et des océans, acidification des océans, désoxygénation ou encore élévation du niveau de la mer. Les résultats sont majoritairement disponibles à l'échelle globale (travaux du GIEC). Des travaux récents ont permis d'obtenir des données au niveau régional, grâce à une dynamique nouvelle de création de groupe régionaux d'experts sur le climat, tel qu'Acclimaterra pour la région Nouvelle-Aquitaine, ou le GREC-Sud pour la région Sud-PACA. La mise en place du Réseau National des Observatoires du Trait de Côte permet de disposer de données localisées sur l'évolution de l'érosion marine. Mais les données au niveau local restent très incomplètes.

Le changement climatique va avoir de nombreux impacts sur la biodiversité littorale. La température, l'acidité, le niveau d'oxygène ou encore les courants océaniques forment les conditions de vie des espèces. En modifiant ces paramètres, le changement climatique altère les habitats de ces espèces -entraînant migrations vers des eaux plus froides et désertion des zones dépourvues d'oxygène- et modifie la phénologie des espèces (période de reproduction, taux de fécondité, durée de vie, etc.). Cette biodiversité littorale est particulièrement vulnérable, parce qu'elle est déjà soumise à de nombreuses pressions anthropiques (pollutions marines et terrestres qui se retrouvent transportées par les fleuves jusqu'à la mer, surpêche et surexploitation des ressources, etc.).

Les risques d'érosion et de submersion sont déjà très forts en France métropolitaine : 25% des côtes sont aujourd'hui en érosion, tandis que la submersion marine menace 1.4 million de résidents. Le changement climatique, et principalement l'élévation du niveau de la mer, va venir amplifier ces deux phénomènes. A l'échelle européenne et à l'horizon 2050, ce sont 55 000 personnes qui pourraient être, chaque année, concernées par les submersions marines, contre 10 000 aujourd'hui. La France fait partie des pays européens les plus vulnérables à la submersion marine, avec le Royaume-Uni et les Pays-Bas. Ces risques littoraux menacent des vies humaines, des bâtiments, des activités professionnelles, mais aussi des infrastructures de transport, des réseaux (eau, électricité, etc.), des équipements publics (écoles, hôpitaux, etc.) et des espaces naturels.

Plusieurs pistes d'adaptation à l'élévation du niveau de la mer peuvent être suivies en fonction des réalités locales. Les ouvrages de protection (digues, épis, brise-lame, etc.) peuvent être déployés ou confortés. Dans le cas de la submersion et lorsque les enjeux menacés sont importants, ils sont une solution incontournable. En revanche, pour les cas d'érosion, il existe aujourd'hui un consensus chez les scientifiques et de nombreux acteurs de terrain sur le fait que les ouvrages de protection peuvent éventuellement être envisagés comme une solution à court-terme mais qu'à moyen terme, ils ne constituent pas une solution pérenne, notamment

parce qu'ils modifient le fonctionnement des cellules hydrosédimentaires et amplifient l'érosion des côtes voisines.

Dans ce domaine, les règles de gouvernance ont été clarifiées mais de nombreux problèmes subsistent. La tempête *Xynthia* a mis en évidence le manque de gestion et de gouvernance des ouvrages de protection existant. Depuis, la loi MAPTAM a clarifié ces règles de gouvernance : les intercommunalités sont dorénavant responsables de la gestion et de l'entretien des ouvrages de protection, à travers la compétence GEMAPI (gestion des milieux aquatiques et protection des inondations). Mais de nombreux acteurs de terrain rencontrés font état de leur scepticisme quant à la mise en œuvre de cette nouvelle compétence, les intercommunalités ne disposant pas de moyens techniques et financiers suffisant. Certains acteurs considèrent cependant le transfert de la compétence GEMAPI comme une opportunité pour les élus locaux de se saisir des enjeux de protection contre les inondations, et éventuellement de se tourner vers des solutions plus pérennes et moins coûteuses

Les solutions fondées sur la nature et la renaturation répondent à ces deux critères de durabilité et de faible coût. Outre un coût de mise en œuvre relativement faible par rapport aux ouvrages de protection, elles s'accompagnent de nombreux bénéfices, tels que le redéploiement de la biodiversité locale, un nouveau paysager et de nouvelles perspectives d'écotourisme. Cependant, les élus et les habitants ne connaissent pas ou ne perçoivent pas toujours suffisamment leur intérêt. Certaines expérimentations sont en cours de réalisation, afin de mettre en évidence la fiabilité de ces mesures et leurs nombreux avantages.

Une troisième option consiste à réduire les enjeux exposés, en particulier en maîtrisant l'urbanisation des zones vulnérables notamment par des Plans de Prévention des Risques (PPR) suffisamment rigoureux. Mais le bilan est plutôt mitigé. Plus de 7 ans après les circulaires renforçant cette politique, seulement 60% des territoires désignés comme prioritaires à la suite de *Xynthia* sont dotés d'un PPR (alors que la durée réglementaire d'élaboration est de trois ans), sans compter les autres territoires non considérés comme prioritaires par ces circulaires mais qui sont pourtant concernés par un ou plusieurs risques littoraux. Peu de gens semblent en outre se saisir de la réduction de la vulnérabilité des biens existants, ni les habitants concernés, ni les collectivités, ni les professionnels de l'immobilier (agents immobiliers, notaires, etc.) qui ont pourtant un rôle à jouer dans le partage de l'information autour de la vulnérabilité des biens immobiliers.

Enfin, une dernière façon de limiter le risque est la relocalisation des activités et des biens, considérée par l'Etat comme une option pertinente depuis 2012 et l'élaboration de la Stratégie Nationale de Gestion Intégrée du Trait de Côte. La première étape de mise en œuvre a été l'expérimentation autour de territoires volontaires. Ces expérimentations ont mis en évidence de nombreux freins techniques, juridiques, économiques ou financiers à la relocalisation des territoires. **Aujourd'hui, les modalités possibles d'une politique de relocalisation ne sont toujours pas fixées.** Plusieurs propositions de loi ont tenté d'instaurer de nouveaux outils, mais elles n'ont jamais été jusqu'au bout du processus législatif. De nombreux chercheurs s'y sont intéressés, notamment sous l'angle de la justice environnementale et de l'équité. Aujourd'hui, les acteurs de terrain sont en attente d'une politique claire sur la relocalisation, sur les moyens dédiés à cette relocalisation, sur les sources de financement et sur les modalités de mise en œuvre.

Table des matières

| | |
|--|----|
| Introduction | 5 |
| 1. Le littoral français soumis à des changements majeurs du fait du dérèglement climatique | 8 |
| 1.1 Une modification des paramètres physico-chimiques terrestres et marins | 9 |
| 1.2 De fortes atteintes à la biodiversité et aux services écosystémiques | 15 |
| 1.3 Des risques de submersion et d'érosion aggravés par l'élévation du niveau de la mer | 25 |
| 1.4 Un coût social et économique potentiellement important | 28 |
| 2. Les différents scénarios pour s'adapter à l'élévation du niveau de la mer | 35 |
| 2.1. Les ouvrages de protection : des incertitudes de gouvernance et de financement | 36 |
| 2.2 Des moyens souples destinés à maintenir le trait de côte ou à accompagner son recul | 39 |
| 2.2.2 Les atouts du laisser-faire et de la renaturation | 41 |
| 2.2.3 Les coûts élevés des rechargements de plage et autres techniques artificielles de lutte contre l'érosion | 44 |
| 2.3 La minimisation de la vulnérabilité des territoires, un objectif nécessairement prioritaire de la réglementation de l'urbanisation | 46 |
| 2.3 .1 La réglementation de l'urbanisme portée par l'Etat : les PPRN | 47 |
| 2.3.2 La réglementation de l'urbanisme portée par les communes | 55 |
| 2.4 La relocalisation des activités et des biens ou la recomposition spatiale comme solution politique et sociale | 55 |
| 3. La nécessité d'un système opérationnel de relocalisation : les modalités proposées par les différents types d'acteurs | 68 |
| 3.1 La proposition de loi sur l'adaptation des littoraux au changement climatique | 69 |
| 3.2 Le gouvernement se saisit des enjeux de la relocalisation à travers la Mission d'Inspection Interministérielle du Comité National de suivi de la gestion intégrée du trait de côte | 73 |
| 3.4. Le GIP Littoral inscrit dans une démarche de territoire | 76 |
| Conclusion | 79 |
| Bibliographie | 82 |
| Annexe 1 – Liste des personnes auditionnées | 85 |
| Glossaire | 86 |
| Remerciements | 88 |

Introduction

Dans le monde, 40% de la population vit à moins de 60 km des côtes¹, et cette proportion est amenée à augmenter au cours des prochaines décennies. En France métropolitaine² s'observent des caractéristiques et des évolutions similaires. La densité de population sur le littoral est 2.4 fois plus élevée que la moyenne nationale (285 hab/km² contre 116 hab/km²), l'artificialisation des terres et la densité de construction de logements respectivement 2.6 et 2.7 fois plus importante et le nombre de lits touristiques 163 fois plus élevé (CGDD, 2017). Ces tendances s'observent à la fois pour les communes urbaines et les communes rurales situées sur le littoral. La construction de logements en commune rurale littorale est 3.5 fois plus importante que pour l'ensemble des communes rurales métropolitaines. Les pôles urbains³ sont trois fois plus nombreux sur le littoral que sur le reste du territoire (CGDD, 2017).

Les scénarios pour 2040 prévoient une augmentation de la population littorale de 4.5 millions d'habitants, ce qui correspond à une hausse de 19% entre 2007 et 2040 (MEDDE, 2014). Les départements littoraux accueilleront alors 40% de la population (CEPRI, 2016).

La méthodologie de l'étude

Ce rapport repose à la fois sur une revue de littérature pluridisciplinaire (sciences de l'environnement, économie, sociologie, géographie, etc.) et sur de multiples visites et entretiens avec des acteurs de terrain (services de l'Etat, Conseils régionaux, Conservatoire du Littoral, etc.). Ceux-ci ont porté sur le diagnostic des acteurs sur les conséquences du changement climatique sur les territoires littoraux métropolitains, sur les différentes stratégies d'adaptation à l'élévation du niveau de la mer et à l'aggravation des risques d'érosion et de submersion, sur les freins à la mise en œuvre de ces stratégies et sur les leviers d'amélioration. L'annexe 1 récapitule les différentes personnes rencontrées.

Son objet principal est de fournir un diagnostic rigoureux et exhaustif sur ce sujet et de mettre en évidence le chemin à parcourir pour une politique d'adaptation efficace. Il sera suivi d'un groupe de travail associant les principales parties prenantes, y compris des élus. Conformément aux méthodes de La Fabrique Ecologique, ce groupe rédigera une note permettant de fournir aux décideurs des propositions suffisamment ambitieuses, mais aussi concrètes et applicables. Celle-ci fera ensuite l'objet d'une co-construction avec les citoyens, en particulier avec ceux concernés par ce sujet qui le souhaiteront.

Lorsqu'il est rapporté le point de vue des personnes auditionnées, il s'agit bien sûr de leurs propres opinions qui n'ont pas valeur de portée générale.

En dehors même des premiers effets du changement climatique, cette forte urbanisation génère de nombreuses pressions spécifiques et plus importantes qu'ailleurs sur les écosystèmes terrestres et marins. Le littoral peut en effet être considéré comme une interface

¹ <https://www.franceculture.fr/emissions/la-methode-scientifique/la-methode-scientifique-emission-du-mercredi-24-avril-2019>

² L'étude se limite aux littoraux de la France métropolitaine et n'intègre pas ceux des Outre-mer.

³ Le CGDD (2017) définit un pôle urbain comme une « unité urbaine offrant au moins 1500 emplois ».

terre-mer, ce qui explique la richesse des écosystèmes présents, mais également leur vulnérabilité. Les pollutions terrestres se retrouvent sur les littoraux : plastiques, chimiques, pesticides, engrais, etc. Le littoral est vulnérable parce qu'il est victime de la surexploitation des ressources (pêche, ressources minières) et des pollutions locales⁴, mais également en amont, le long des fleuves qui charrient avec eux de nombreuses pollutions (plastiques, pesticides, engrais, etc.). Les littoraux bretons sont tristement célèbres pour les fameuses « algues vertes », conséquences de l'utilisation d'engrais dans l'agriculture. Le déficit sédimentaire dont sont victimes certaines côtes françaises s'explique en partie par la multiplication des barrages le long des fleuves, qui piègent les sédiments avant leur arrivée sur le littoral (Paskoff, 2004).

Le changement climatique représente pour ces régions déjà fragiles un enjeu majeur. L'augmentation de la température, l'élévation du niveau de la mer ou la diminution du pH de l'eau de mer entraînent et vont de plus en plus entraîner sur le littoral des modifications des écosystèmes et une augmentation des risques naturels. **La première partie de ce rapport synthétise les différentes manifestations du changement climatique sur les littoraux métropolitains et les différents impacts sur les sociétés humaines et sur les écosystèmes, en particulier la préservation de la biodiversité.**

Dans un entretien récent, le climatologue français Jean Jouzel désigne l'élévation du niveau de la mer comme « *la conséquence la plus grave du réchauffement climatique* »⁵. Tous les continents sont concernés par la montée des eaux. Pour certaines îles du Pacifique et de l'océan Indien, elle signifie tout simplement la disparition si la température s'élève de plus d'1,5°C d'ici la fin du siècle. C'est cette perspective qui a amené les pays signataires de l'Accord de Paris, sous l'impulsion de l'Alliance of Small Island States, à s'engager à limiter le réchauffement climatique non pas seulement à 2°C, mais « *bien en dessous de 2°C par rapport aux niveaux préindustriels* » et à « *poursuivre les efforts pour limiter la hausse des températures à 1,5°C* » (article 2), objectif obtenu. En dehors de la situation emblématique de ces îles, tous les continents sont menacés par l'élévation du niveau de la mer. Les conséquences seront plus ou moins sévères selon le contexte géomorphologique et météorologique local et la situation socio-économique, très hétérogènes d'une région à l'autre.

L'élévation du niveau de la mer s'ajoute à un contexte d'urbanisation au cours du XXème siècle et qui se poursuivra dans les années à venir. Le littoral se retrouve donc pris « entre deux vagues » comme l'énonçait Philippe Grosvalet, président du département de Loire-Atlantique en 2014, une venant de la mer, correspond à l'élévation du niveau de la mer, au recul du trait de côte et à l'accroissement des risques de submersion, et l'autre venant de la terre, correspondant à l'attrait résidentiel et touristique des côtes. Le littoral passe du statut de « territoire du vide » à celui de « territoire d'empoigne » (Meur-Férec et Morel, 2004).

⁴ Les écosystèmes côtiers ne couvrent que 8% de l'océan mondial mais représentent 85% des ressources marines exploitées (Beaugrand et Goberville 2010)

⁵ https://www.francetvinfo.fr/meteo/climat/source-des-glaces-le-climatologue-jean-jouzel-met-en-garde-contre-la-source-totale-du-groenland-a-echeance-du-millenaire_3411797.html

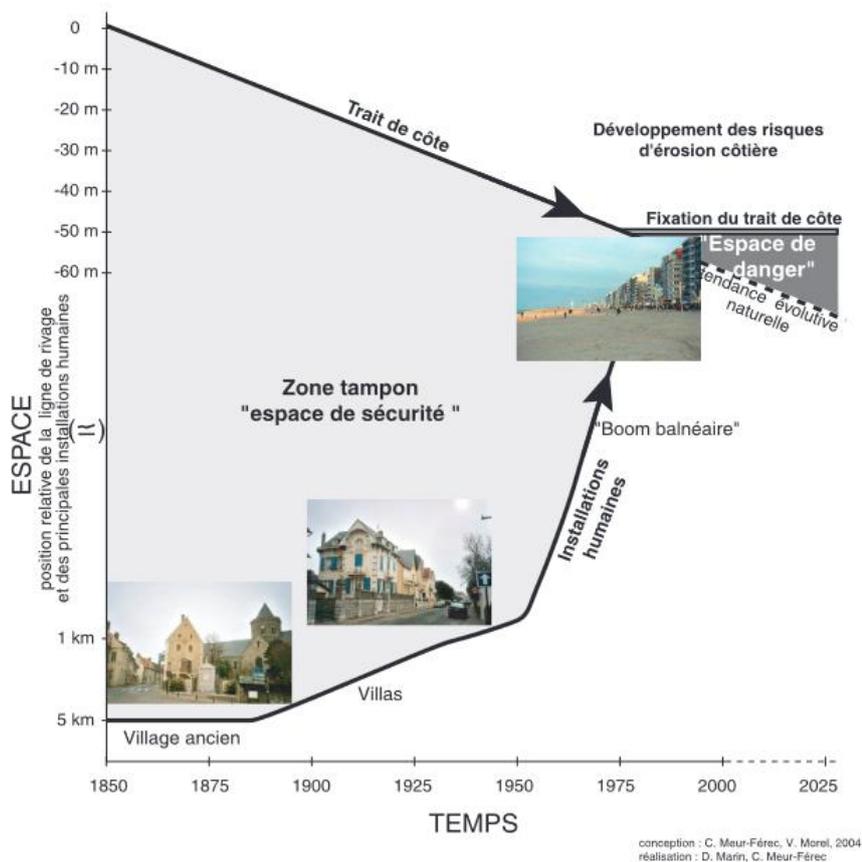


Figure 1 - Evolution des littoraux
Source : Meur-Férec et Morel (2004)

La réduction des émissions de gaz à effet de serre est bien sûr indispensable pour contenir le changement climatique et l'élévation du niveau de la mer. Mais, même si les accords de Paris sont suivis d'effets à la hauteur et au rythme voulu, ce qui est loin d'être le cas, il est aujourd'hui incontournable de s'adapter aux conséquences inévitables de ce changement, et notamment à l'élévation du niveau de la mer, qui présente une grande inertie et qui continuera à se manifester même après une réduction drastique des émissions de GES.

Le 16 mai 2019, la délégation à la prospective du Sénat publie un rapport, piloté par les sénateurs Ronan Dantec et Jean-Yves Roux, et intitulé « Adapter la France aux dérèglements climatiques à l'horizon 2050 : urgence déclarée ». Ce rapport revient sur les politiques d'adaptation de la France, mises en place depuis une quinzaine d'années : création de l'Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique (ONERC) en 2001, mise en œuvre du premier Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC), annonce du PNACC 2 en décembre 2018, etc. Ce document constate que, malgré quelques avancées notables, « la mobilisation sur les enjeux d'adaptation à l'échelle des acteurs de terrain et des filières économiques reste insuffisante ».

Pour les zones littorales, l'adaptation à l'élévation du niveau de la mer dépend du contexte local et peut prendre des formes variées : il peut s'agir de construire ou de conforter des ouvrages de protection contre les submersions marines lorsque les enjeux humains et bâtis sont très importants, de laisser au contraire la mer monter naturellement sans lutter contre cette

dynamique mais en l'accompagnant, lorsqu'il y a peu d'enjeux humains, de limiter l'implantation de nouveaux enjeux sur des zones déjà urbanisées ou naturelles à travers la réglementation de l'urbanisation, ou encore de délocaliser les enjeux des zones à risques vers le rétro-littoral. Ces différentes options ne sont pas exclusives, mais peuvent être complémentaires. On peut par exemple délocaliser le front de mer d'une station balnéaire trop menacée par la montée des eaux, renaturaliser la zone laissée libre par le retrait des bâtiments, renforcer un ouvrage de protection de second rang pour protéger les bâtiments restants et réglementer l'implantation de nouvelles constructions sur des zones à risques. **La seconde partie du présent rapport revient sur les différentes modalités d'adaptation à l'élévation du niveau de la mer et à ses conséquences sur les littoraux métropolitains.**

L'une des options d'adaptation à l'élévation du niveau de la mer fait l'objet d'une attention croissante de la part des pouvoirs publics et de la société. Il s'agit de la relocalisation des activités et des biens. La Stratégie Nationale de Gestion Intégrée du Trait de Côte a comme sous-titre « *Vers la relocalisation des activités et des biens* ». L'Etat affirme donc sa volonté de mettre en œuvre une telle recomposition des littoraux. Depuis quelques années, les travaux de chercheurs de différentes disciplines étudient la faisabilité d'une telle mesure et les conditions de son succès. Le corps politique s'est également saisi de cette question puisque des propositions de loi ont été faites tour à tour par l'Assemblée Nationale puis par le Sénat, sans aboutir. Le gouvernement a mis en place en 2019 une mission d'inspection interministérielle sur la question du financement de la recomposition spatiale des littoraux. Le ministre de l'environnement a annoncé récemment la création d'une mission parlementaire visant à préparer un futur débat législatif sur ces enjeux⁶. **La troisième partie de ce rapport revient sur les différentes propositions faites par les acteurs du monde académique, associatif ou politique sur la relocalisation des activités et des biens sur les territoires concernés, qui constitue une solution inévitable dans différents endroits mais qui reste peu opérationnelle tant que les modalités de mise en œuvre n'auront pas été fixées.**

1. Le littoral français soumis à des changements majeurs du fait du dérèglement climatique

Les manifestations du changement climatique se présentent d'abord sous la forme de modifications des paramètres physico-chimiques des milieux littoraux : augmentation de la température, acidification, stratification océanique, désoxygénation, etc. Ces modifications des caractéristiques physico-chimiques ont des impacts sur les écosystèmes, sur les risques littoraux et socio-économiques (sections 1.2, 1.3 et 1.4).

⁶ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/communiqu-e-presse-adaptation-des-territoires-face-aux-evolutions-du-littoral-francois-rugy-annonce>

1.1 Une modification des paramètres physico-chimiques terrestres et marins

Seules les principales manifestations bénéficiant d'un consensus scientifique sur le sens et l'ampleur des variations ont été analysées, ce qui n'est pas le cas pour d'autres (altération du régime des précipitations, salinité).

L'augmentation de la température

L'augmentation de la température est la manifestation la plus médiatisée du changement climatique. Elle concerne aussi bien la température de l'atmosphère, des eaux de surface des cours d'eau ou de l'océan. Ce dernier piège 93% de la chaleur excédentaire générée par l'effet de serre. En comparaison, l'atmosphère n'en piège qu'1%. L'océan se réchauffe en surface (on parle de SST pour désigner la température de surface, *Sea Surface Temperature*), mais également en profondeur par la circulation thermohaline océanique qui opère le transfert de chaleur.

Tout comme le réchauffement de l'atmosphère, le réchauffement de l'océan s'observe déjà. Entre 1950 et 2009, les SST de l'océan Indien, de l'océan Atlantique et de l'océan Pacifique ont augmenté respectivement de 0.65, 0.41 et 0.31°C (Howes et al. 2015). D'après Gattuso et al., (2015), les projections de SST en 2100 sont très différentes selon le scénario d'émissions de gaz à effet de serre (GES) retenu. Pour le scénario RCP2.6 (scénario le plus optimiste), l'augmentation de la SST est de 0.71°C +/- 0.45°C. Pour le scénario RCP8.5 (scénario *Business As Usual*), elle serait de 2.73°C +/- 0.72°C. Il y a donc un facteur 4 entre les deux.

En France, aucune étude systématique n'a été menée sur ce sujet. Le groupement régional d'experts sur le climat Acclimaterra (2018) estime une augmentation de la température de l'eau de surface comprise 2.2°C et 3.5°C en 2100 pour la Nouvelle-Aquitaine. A la différence d'autres zones telles que la mer du Nord, l'amplitude du réchauffement est moindre à cause de la présence d'*upwelling* (remontée d'eaux plus profondes et plus froides). Pour la Méditerranée, le Groupe Régional d'Experts sur le Climat (GREC) PACA estime que l'élévation de température de surface de la mer pourrait atteindre 4°C d'ici la fin du siècle (Adloff et al., 2015).

L'acidification

L'acidification de l'océan, c'est-à-dire la diminution de son pH, est provoquée par l'augmentation des émissions de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. La dissolution du CO₂ atmosphérique au contact de l'eau conduit à la formation d'ions H⁺, et donc à une diminution du pH. Au cours du dernier siècle, le pH a diminué de 0.1 unité, ce qui correspond à une augmentation de 26% de la concentration en ions H⁺. Par comparaison, le pH a diminué de 0.002 unités par siècle au cours du dernier événement de déglaciation du Pléistocène. Entre la période 1986-2005 et la période 2081-2100, les scénarios du GIEC anticipent une réduction du pH de l'océan comprise entre 0.065 (RCP2.6) et 0.31 (RCP8.5) (Howes et al., 2015). Pour cette dernière valeur, le pH étant une grandeur logarithmique, cela signifie une multiplication par deux de l'acidité de l'océan. Les conséquences d'une acidification des océans sont présentées en partie 1.2.

L'élévation du niveau de la mer

Les causes de l'élévation du niveau de la mer sont, dans l'ordre, la dilatation de l'océan (expansion thermique) causée par l'augmentation de la température moyenne de l'océan⁷, la fonte des glaciers continentaux, la fonte de la calotte du Groenland, et la fonte de la calotte Antarctique (Stocker et al., 2013).

Pendant les trois derniers millénaires, le rythme d'élévation du niveau de la mer était stable et d'environ 0.5 mm/an, puis elle s'est accélérée au cours XXe siècle (1.7 mm/an sur la période 1901-2011 et même 3.2 mm/an sur la période 1993-2014). A horizon 2100, le GIEC prévoit une élévation du niveau de la mer à l'échelle mondiale comprise entre 26 et 55 cm à la fin du siècle pour le scénario RCP2.6, et entre 45 et 82cm pour le scénario RCP8.5.

Une incertitude sur ces chiffres persiste car il reste difficile d'estimer la contribution de la fonte des calottes du Groenland et de l'Antarctique. Il est en outre difficile de descendre à l'échelle régionale pour les projections car le niveau de la mer à un endroit donné dépend de la température de l'océan, de la salinité, des courants marins, de la pression de surface, de l'apport d'eaux continentales ou des changements du niveau du fond de l'océan et des mouvements du sol. Sur le même pas de temps, le niveau de la mer a augmenté de 7 cm à Brest et de 2 cm à Roscoff, pourtant voisines⁸. D'après Ouzeau et al. (2014), « *une étude de l'évolution du niveau de la mer au niveau des côtes françaises intégrant l'ensemble des processus reste à réaliser* ».

La Figure 2 illustre les projections d'élévation du niveau de la mer à horizon 2100, selon les deux scénarios de baisse drastique des émissions (RCP 2.6) ou de *Business-as-usual* (RCP8.5) à La Rochelle et Saint Jean de Luz. On constate que l'intervalle des estimations est très large, puisque les résultats peuvent varier du simple au double.

⁷ Une eau plus chaude occupe un volume plus important.

⁸ <https://www.mediapart.fr/journal/international/040817/face-la-montee-des-eaux-leurope-ne-pourra-pas-protoger-tous-ses-citoyens>

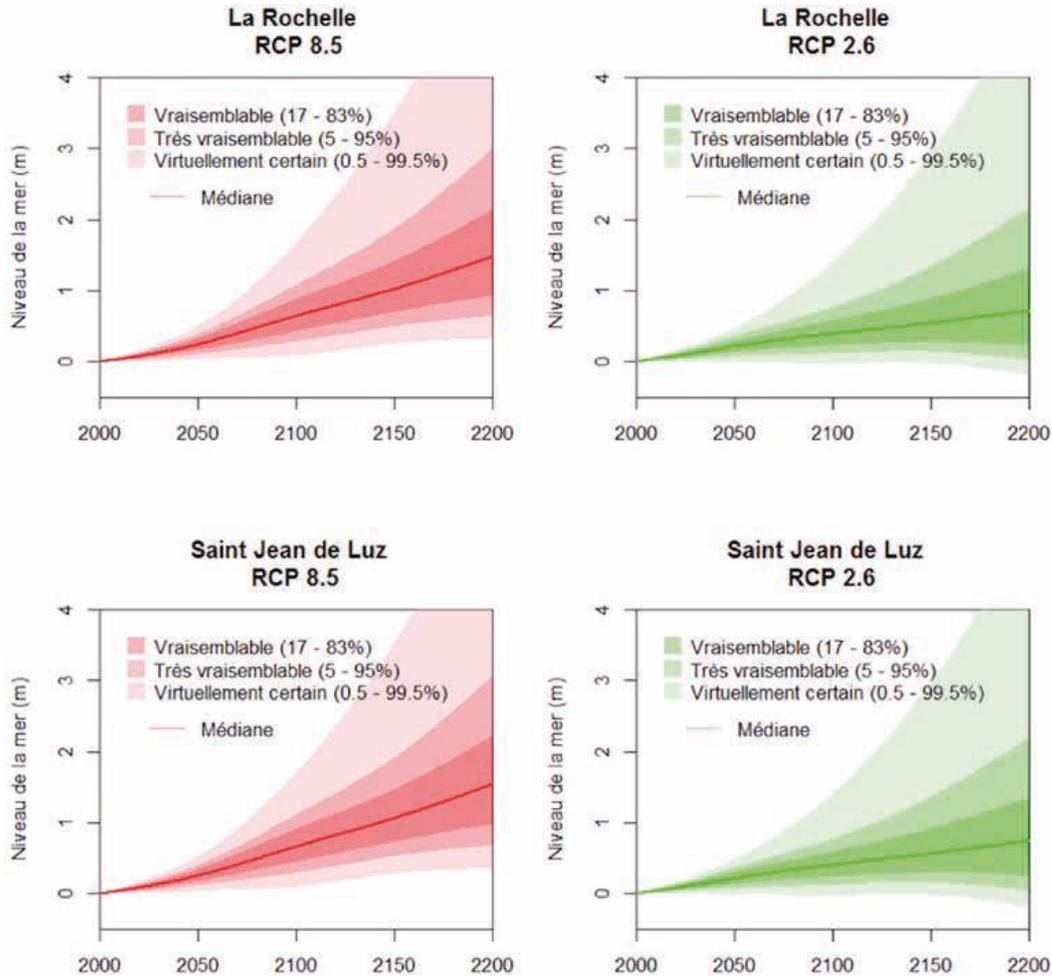


Figure 2 - Projections de l'élévation du niveau de la mer sur deux communes, La Rochelle et Biarritz, en 2100, selon deux scénarios d'évolution des émissions de GES
Source : Acclimaterra (2018)

Afin de pouvoir mettre en place des politiques d'adaptation à l'élévation du niveau de la mer, la puissance publique a besoin d'une estimation relativement précise de l'augmentation du niveau marin. En France, les Plans de Prévention des Risques Littoraux (PPRL) considèrent une élévation du niveau de la mer de + 60cm en 2100. Ce chiffre est à la fois le résultat de travaux scientifique (rapport du GIEC) et d'un compromis politique. Selon certaines personnes auditionnées, celui retenu initialement était une augmentation d'1m d'ici la fin du siècle. Mais il aurait engendré des difficultés trop importantes dans l'élaboration des PPR, dans un contexte où de nombreuses collectivités ne prennent pas au sérieux les projections de hausse du niveau de la mer. On peut par exemple citer la réponse de la communauté de communes de l'Île de Ré à la Chambre régionale des comptes de Nouvelle-Aquitaine lors de son enquête « les collectivités locales aquitaines face aux défis de l'urbanisation et de la montée des risques naturels » : « *s'il est vrai que les risques littoraux pourraient être aggravés au niveau mondial par les effets du changement climatique, les analyses récoltées par la Communauté de communes de l'Île de Ré au travers des marégraphes installés sur ses côtes tendent à démontrer une hausse du niveau de la mer de 3mm/an environ, soit 2cm et demi en 2100, contrairement*

aux analyses du GIEC et de l'ONERC citées dans la synthèse ». Une personne auditionnée estimait que si l'on avait pris le chiffre de + 1 mètre en 2100, cela aurait été la « révolution ».

Les projections d'élévation du niveau de la mer seront actualisées en septembre 2019 dans le *Report on Climate change and Oceans and the Cryosphere* du GIEC. Etant donné les derniers articles scientifiques publiés début 2019 qui soulignent une accélération de la fonte des glaciers ou de l'Antarctique (Menounos et al. (2019), Rignot et al. (2019), Zemp et al. (2019)), ou un réchauffement plus rapide de l'océan (Cheng et al. 2019), ces projections seront probablement révisées à la hausse. Tout récemment, une étude publiée par l'Académie des sciences américaine estime que l'élévation du niveau de la mer pourrait être de 62 à 238 cm d'ici 2100, selon le scénario considéré (Bamber et al., 2019).

En attendant l'actualisation des scénarios du GIEC, le chiffre de 0,6 m semble déjà dépassé. Certains services de l'Etat commencent à considérer une élévation d'1m dans leur PPRN. C'est notamment le cas des services de la DDTM Loire-Atlantique pour certains de leur PPR. Il sera en tout état de cause indispensable que les prochaines conclusions du GIEC soient pleinement prises en compte, avec un chiffre faisant consensus dans les milieux scientifiques.

La stratification océanique

Deux phénomènes ont un impact sur la stratification marine : le réchauffement des eaux de surface et la modification de la salinité par le changement de régime des pluies et de l'évaporation. Les deux moteurs de la circulation océanique sont les gradients de température et les gradients de salinité (circulation thermohaline). L'eau plus dense (plus froide ou plus salée) plonge sous l'eau plus légère, qui remonte à la surface. La stratification océanique apparaît lorsque ce phénomène de mélange des eaux est amoindri parce que les densités des différentes couches d'eau sont semblables.

D'après Levin et Bris (2015), une plus grande stratification océanique implique une diminution des échanges verticaux, en particulier en sels nutritifs et en oxygène. Cela va conduire à appauvrir les eaux profondes en oxygène jusqu'à les rendre inhabitables pour certaines espèces (cf. *Désoxygénation*). Cela implique également une diminution de la séquestration de CO₂ par les écosystèmes marins, alors que l'océan est une pompe naturelle de carbone et a capturé environ 28% des émissions de CO₂ depuis 1750). Un océan très stratifié aura également une circulation modifiée.

Plus largement, le changement climatique pourrait ralentir la circulation océanique à grande échelle. L'AMOC (*Atlantic Meridional Overturning Circulation*), un courant issu du *Golf Stream*, apporte à l'Atlantique Nord une eau de surface plus chaude. Celle-ci se refroidit au niveau de la région subpolaire, devenant donc plus dense, et finit par plonger en profondeur. Ce courant, considéré comme un « tapis roulant », redistribue la chaleur entre les pôles et l'équateur, et est l'un des piliers du climat mondial. C'est ce courant qui explique qu'à latitude égale avec la côte est des Etats-Unis, le climat de l'Europe de l'Ouest est environ 5°C plus chaud. Une étude publiée très récemment dans la revue *Nature Climate Change* montre que ce courant pourrait être divisé par deux si les émissions de GES sont multipliées par quatre, ce qui correspond au scénario *Business-as-Usual* à l'horizon 2100 (Lique et Thomas, 2018). La régulation climatique permise par ce courant serait donc fortement amoindrie. De plus, cette baisse de circulation océanique réduirait la capacité d'absorption du CO₂ par l'océan.

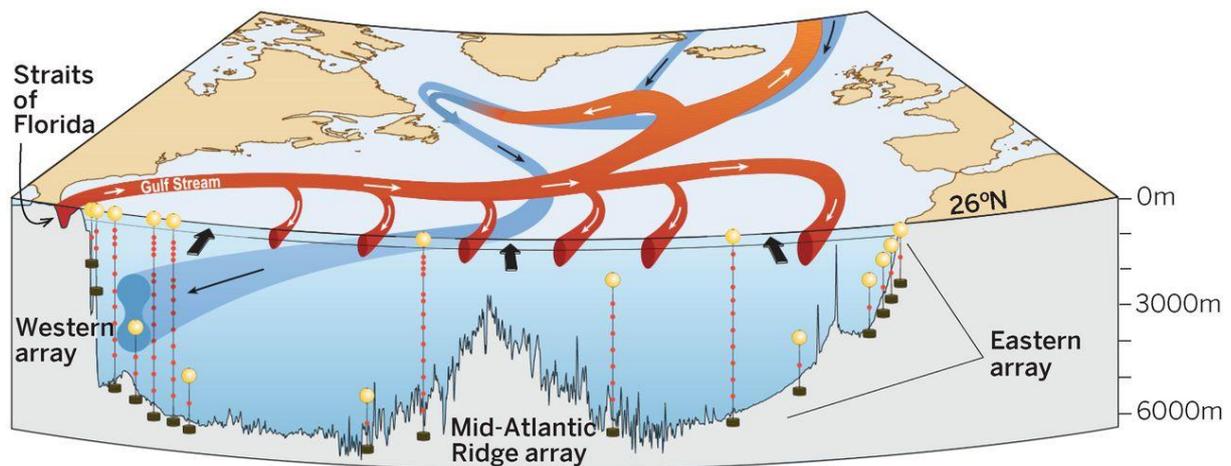


Figure 3 - Schéma représentant l'AMOC, courant chaud issu du Golf Stream, qui se refroidit au contact des zones subpolaires
 Source : Srokosz et Bryden (2015)

La Méditerranée est également concernée par ce ralentissement des courants. D'après le GREC-PACA, toutes les simulations montrent un ralentissement de la circulation thermohaline en Méditerranée, et notamment une modification de la source d'eau profonde la plus dense en mer Egée, appelée le « *Eastern Mediterranean Transient* » (GREC-PACA, 2017).

La désoxygénation

La désoxygénation est causée à la fois par le changement climatique et par la surcharge en nutriments. D'une part, l'augmentation de la SST (et donc de la stratification thermique de l'océan) empêche l'oxygène d'atteindre les profondeurs. D'autre part, la pollution par les nutriments crée des proliférations algales qui consomment énormément d'oxygène lorsqu'elles meurent et se décomposent. Lorsque la concentration en O_2 est inférieure à 60 micromol/kg, les conditions deviennent hypoxiques, lorsque la concentration est inférieure à 4.5 micromol/kg, les conditions sont suboxiques, et lorsque la concentration est nulle, on dit que les conditions sont anoxiques.

Au cours des 50 dernières années, la proportion des zones de haute mer dépourvues de tout oxygène a été multipliée par 4, et les sites à faible teneur en oxygène situés près des côtes, y compris estuaires ont été multipliés par 10 (Breitburg et al., 2018). La Figure 4 montre que les littoraux français métropolitains sont particulièrement concernés par cette diminution de l'oxygène.

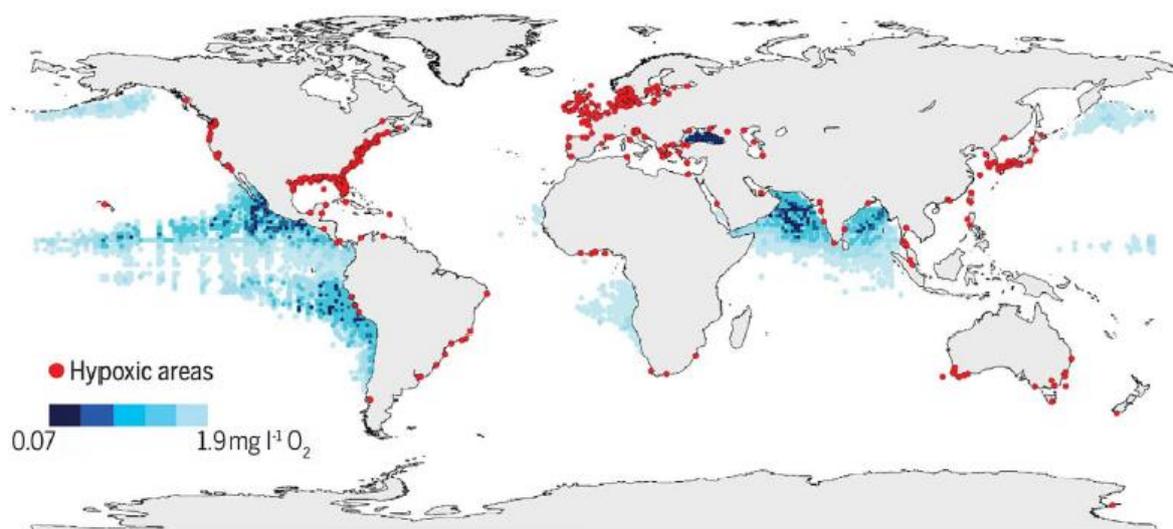


Figure 4 – Zones hypoxiques à travers le monde, d’après Breitburg et al.(2018)

Les projections pour la concentration moyenne d’oxygène dans l’océan suggèrent une diminution de cette concentration comprise entre -1.8% pour le scénario RCP 2.6 et -3.4% pour le scénario 8.5. Ces projections ne prennent pas en compte les potentielles rétroactions induites par des changements dans les cycles biogéochimiques, ce qui tend à sous-estimer la réduction de la concentration en oxygène.

La modification du débit des rivières

Les débits fluviaux sont particulièrement importants pour les environnements estuariens. Les fleuves sont le principal vecteur de sédiments. En Nouvelle-Aquitaine, Acclimaterra (2018) anticipe une baisse des débits annuels de 20 à 30% d’ici 30 ans, avec des périodes estivales d’ététiages plus marquées mais également des crues hivernales plus importantes. Le bassin de la Garonne apparaît comme la région de France métropolitaine où les changements de cycle hydrologique seront les plus marqués.

La diminution du débit des fleuves devrait réduire les expulsions de sédiments en mer, alors que le déficit sédimentaire est la cause principale de l’érosion côtière. Elle devrait également entraîner la dégradation de la qualité des masses d’eau, ce qui impacterait la biodiversité locale.

Le littoral Atlantique français est particulièrement concerné par la réduction du débit des fleuves, étant donné qu’il présente de nombreux estuaires, dont le plus grand d’Europe.

La Figure 5 synthétise au niveau de l’océan global les modifications de la température, du pH, de la concentration d’oxygène et de la productivité (activité des producteurs primaires) passées et futures, en fonction des scénarios d’évolution.

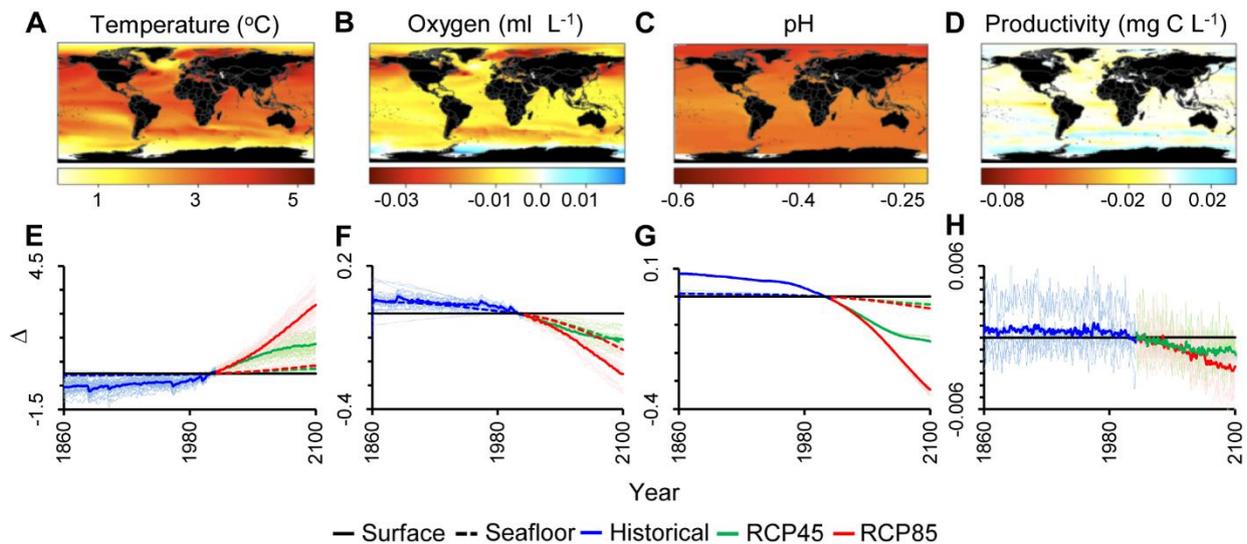


Figure 5 - Modifications des paramètres physico-chimiques de l'océan en fonction des scénarios d'évolution des concentrations de GES
Source : (Mora et al. 2013)

1.2 De fortes atteintes à la biodiversité et aux services écosystémiques

L'importance des impacts sur les écosystèmes

Le dernier rapport de l'*International Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* (IPBES), publié en mai 2019, alerte sur l'ampleur et la rapidité du déclin de la biodiversité. Près d'un million d'espèces sont menacées de disparition. En plus du diagnostic sur l'érosion de la biodiversité, le rapport de l'IPBES pointe les cinq causes principales de cette érosion, soit, dans l'ordre, le changement d'usage des terres et de la mer, l'exploitation directe de certains organismes, le changement climatique, la pollution et les espèces exotiques envahissantes. Dans les prochaines décennies, l'impact du changement climatique devrait croître, et dépasser dans certains cas l'influence des autres facteurs⁹.

Ces cinq facteurs de pression se retrouvent sur les espaces littoraux. Le changement climatique se manifeste sous diverses formes (augmentation de la température, acidification, désoxydation, etc.), la surpêche et l'exploitation des fonds marins menacent les ressources naturelles, les pollutions terrestres sont charriées par les fleuves et se retrouvent dans l'océan en se superposant aux pollutions locales, le commerce international maritime est un vecteur de diffusion d'espèces envahissantes.

Ce constat est d'autant plus alarmant que la situation d'interface terre-mer des littoraux confère à ces écosystèmes une grande richesse et une grande vulnérabilité. Côté « terre », les estuaires, les marais littoraux, les estrans, ou encore les dunes, les côtes rocheuses ou sableuses offrent des conditions de vie (salinité, vent, marée, etc.) spécifiques qui impliquent un fort endémisme de ces écosystèmes. Côté mer, la biodiversité se compose de nombreuses espèces benthiques et

⁹ Communiqué de presse de l'IPBES : <https://www.ipbes.net/news/Media-Release-Global-Assessment-Fr>

pélagiques. L'Évaluation Française des Ecosystèmes et des Services Ecosystémiques (EFESE), équivalent national de IPBES, identifie dans son volume « Ecosystèmes marins et côtiers » 9 habitats principaux¹⁰, 6 habitats benthiques¹¹ particuliers et six masses d'eau différentes¹². Chaque habitat présente des caractéristiques biogéochimiques spécifiques qui offrent des conditions de vie à de nombreuses espèces et écosystèmes.

La modification de la physico-chimie de l'océan induite par le changement climatique va modifier les caractéristiques biogéochimiques de ces milieux. Les altérations causées par l'augmentation de la température, l'acidification, la désoxygénation ou les modifications de la morphologie du littoral vont impacter les écosystèmes à différentes échelles, de la molécule à la cellule, de l'individu à la population, de la communauté à l'écosystème.

L'Académie des sciences a publié en 2017 un rapport consacré aux mécanismes d'adaptation de la biodiversité aux changements climatiques. Les auteurs rappellent que « *l'amplitude et la vitesse des changements environnementaux attendus dans l'ensemble des océans du globe n'auront pas eu d'équivalent au cours des 20 derniers millions d'années, et sont susceptibles de modifier la structure taxinomique mais aussi fonctionnelle des communautés biologiques* ». En plus de ces tendances de fonds, il faut également prendre en compte les événements extrêmes (anoxies, chocs thermiques) qui entraînent une hausse brutale de la mortalité des espèces et éventuellement des modifications durables des écosystèmes marins. Or, la fréquence de ces événements marins extrêmes, tels que les phénomènes *El Niño* ou les canicules océaniques, devraient augmenter avec le changement climatique (Cai et al. 2014).

Chaque organisme (animal, végétal, microbe, etc.) présente un intervalle de température optimal à l'intérieur duquel les processus physiologiques sont les plus efficaces. La sensibilité au changement de température varie d'un organisme à un autre. Les conséquences d'une modification de la température sur les organismes sont nombreuses : modification de la croissance, de la taille, du comportement, de l'alimentation, du système immunitaire, de la probabilité de succès de la reproduction, de la biogéographie, de la phénologie, et ainsi, de la structure et du fonctionnement des écosystèmes. (Howes et al. 2015).

En Méditerranée, la SST moyenne devrait augmenter d'environ 2.8°C en 2100 d'après le scénario médian du GIEC. 54 des 256 espèces côtières, soit environ 20%, n'auraient plus de niche climatique favorable, et pourraient disparaître. En plus de cette perte de diversité taxinomique (du nombre d'espèces), la diversité des liens trophiques proies-prédateurs diminuerait sur 73.4% des côtes avec un nombre moyen d'espèces de proies par prédateur qui passerait de 30 à moins de 26 (Albouy et al., 2014).

L'élévation de la température pourrait avoir des conséquences très fortes sur le plancton. En effet, parmi les différentes variables environnementales qui influencent le plancton, Brum et al. (2015) ont montré que la température était le facteur qui influençait le plus la composition des communautés planctoniques. Les espèces de phytoplancton (plancton végétal) seraient

¹⁰ Dunes côtières et rivages sableux, galets côtiers, falaises, corniches et rivages rocheux, roche et autres substrats durs intertidaux, sédiment intertidal, roche et autres substrats infralittoraux, roche et autres substrats durs circalittoraux, sédiments subtidal, habitats profonds

¹¹ Marais maritimes, herbiers, récifs coralliens, mangroves, champs de macroalgues, coralligènes

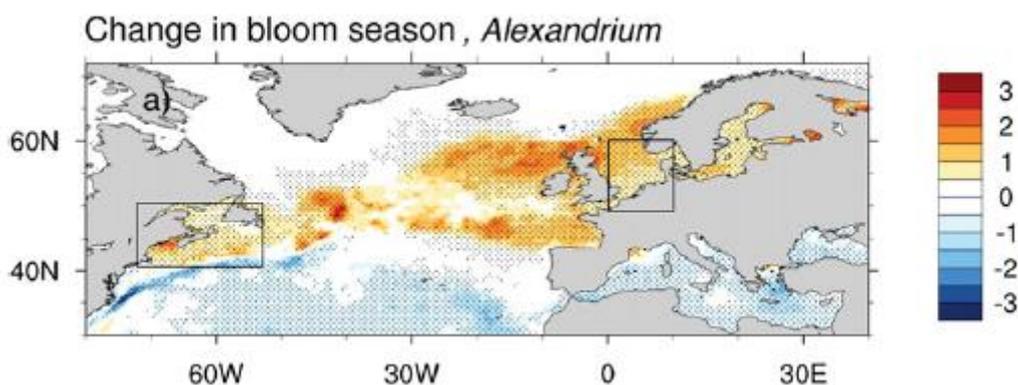
¹² Estuaires, lagunes méditerranéennes, eaux côtières sous influence estuarienne, eaux du reste du plateau, zone épipélagique des eaux océaniques, zone méso et bathy-pélagique des eaux océaniques

potentiellement différentes : les cyanobactéries et les chlorophycées proliféreraient plus que les diatomées. Le zooplancton (plancton animal) serait aussi modifié, les espèces de plus petites tailles seraient privilégiées¹³. Cela impliquerait notamment un changement de proie pour les consommateurs secondaires (poissons). Par exemple, le fanon des baleines est adapté à la taille du microplancton, mais pas nécessairement à celle du nanoplancton.

Une modification de la production planctonique aurait deux impacts majeurs. D'une part, le plancton est au début de la chaîne trophique : une modification à l'échelle du plancton aurait des répercussions sur toute la chaîne alimentaire. D'autre part, le phytoplancton, grâce à la photosynthèse, produit une grande partie de l'oxygène nécessaire à la survie de très nombreuses espèces (à l'échelle mondiale, environ la moitié de l'oxygène est produite par le plancton). Une modification quantitative ou qualitative du phytoplancton entraînerait une modification de la quantité d'oxygène produit.

Afin de s'adapter à cette augmentation de température, les espèces peuvent migrer vers des eaux plus froides. Les aires de répartition des espèces se trouvent modifiées, avec une tendance à la remontée vers des latitudes plus élevées. On observe déjà des déplacements de populations de plancton consécutives à des hausses de température, de l'ordre de 100km/décennie. Ces tendances commencent également à être observées pour certaines espèces de poissons.

L'augmentation de la température peut enfin accentuer les phénomènes d'efflorescence algale, qui est une augmentation rapide de la concentration d'une ou plusieurs espèces d'algues (ou de bactéries). Gobler et al. (2017) montrent que depuis 1982, le réchauffement des océans a entraîné l'augmentation d'efflorescences algales toxiques (car les espèces présentes dans ces efflorescences produisent des substances toxiques). D'après l'étude de l'Académie des sciences américaine, la toxicité de ces efflorescences menace les espèces marines, les oiseaux mais également la santé humaine. La Figure 6 montre l'augmentation des efflorescences algales de deux espèces, l'*Alexandrium* et la *Dinophysis* sur la période 1982-2016. On constate que les eaux du littoral français métropolitain (Atlantique, Manche, Mer du Nord et Méditerranée) sont concernées par cette augmentation des efflorescences algales.



¹³ Cela aura des répercussions sur la fonction de puits de carbone de l'océan, car le plancton de plus petite taille capture moins de carbone et est moins entraîné vers le fonds de l'océan.

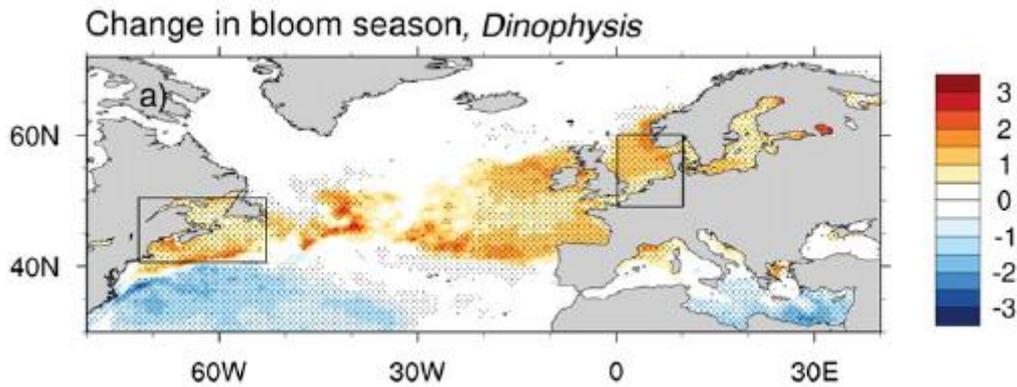


Figure 6 - Augmentation des efflorescences algales pour deux espèces entre 1982 et 2016
Source : Gobler et al. (2017)

L'acidification de l'océan va entraîner des modifications des conditions de vie pour de nombreuses espèces. De nombreux organismes marins élaborent des structures calcifiées en précipitant le carbonate de calcium (CaCO_3) sous deux formes de structures cristallines, l'aragonite et la calcite. On trouve la calcite chez des unicellulaires planctoniques photosynthétiques, (oursins, étoiles de mer), et chez de nombreux crustacés, et la calcite chez les coraux (tropicaux ou d'eaux froides). Les deux formes sont présentes et souvent associées chez la plupart des mollusques. Or, une acidité plus grande dissout ces structures calcifiées, ce qui représente une menace directe pour ces organismes marins, mais aussi pour l'ensemble de la chaîne trophique, car d'une part ces organismes sont des proies pour d'autres espèces, d'autre part ils peuvent avoir un rôle d'habitat (les coraux) et enfin, certains d'entre eux, tels que les huitres et les moules, filtrent l'eau de mer et jouent donc un rôle de régulation et de purification.

La désoxygénation de l'océan impacte également la biodiversité des littoraux. Dans certaines zones, la teneur en oxygène atteint des niveaux si bas que les animaux meurent asphyxiés. Les poissons évitent ces zones : leur habitat se retrouve réduit et ils se retrouvent plus exposés à la pêche et aux prédateurs. De petites baisses d'oxygène peuvent également altérer le fonctionnement en bonne santé des espèces.

L'élévation du niveau de la mer entraînera des pertes d'habitat pour de nombreux écosystèmes. Ces derniers seront donc encore plus contraints spatialement, et n'auront pas la possibilité de s'adapter à l'élévation du niveau de la mer si les espaces rétro-littoraux sont artificialisés. La submersion marine entraîne la salinisation des milieux, modifiant les conditions biogéochimiques des habitats. Elle peut générer la production de nombreux déchets par la force de l'eau qui arrache sur son passage quantité de matériaux, arbres, voitures, débris, et la production de pollutions (dysfonctionnement des stations d'assainissement et des industries polluantes, saturation des réseaux d'assainissement, diffusion des polluants domestiques, etc.).

Les menaces sur les services écosystémiques

Afin de mesurer l'impact de la dégradation des écosystèmes sur les sociétés humaines, les scientifiques et les grandes institutions internationales ont recours à la notion de « service écosystémique ». Le *Millenium Ecosystem Assessment* (2005) désigne les services écosystémiques comme des « *biens et services que les hommes peuvent tirer des écosystèmes,*

directement ou indirectement, pour assurer leur bien-être ». On considère quatre catégories de services : les services d’approvisionnement (en nourriture, en combustibles, en matériaux, en ressources génétiques, etc.), les services de régulation (du climat, du cycle de l’eau, de différents phénomènes physiques (érosion, inondation) ou biologique (pollinisation)), les services culturels (activités récréatives, relations spirituels avec l’environnement, etc.), et les services de support, qui désignent les fonctions biologiques qui permettent le bon fonctionnement des écosystèmes et sur lesquels reposent les autres services écosystémiques (grands cycles géochimiques, production primaire, cycle des éléments nutritifs, etc.). Maris et al. (2016) insistent sur le fait qu’ *« aujourd’hui, il est rare qu’à la notion de biodiversité ne soit pas directement adjointe la référence aux services écosystémiques : dans les appels d’offre et les mots-clés des publications scientifiques ; dans les politiques de conservation ; dans les institutions d’interface entre sciences et politiques, comme le démontre le tout récent IPBES, ou encore dans la plupart des outils de communication et de sensibilisation des ONG et des entreprises autour de la conservation. »*. D’après ces auteurs, *« ce succès doit susciter une grande vigilance »*.

Pour les défenseurs de l’utilisation du concept de services écosystémiques, cette utilisation permet entre autres de sensibiliser aux enjeux de protection des écosystèmes et de la biodiversité, en mettant en lumière tout ce qu’ils apportent aux sociétés humaines et à l’inverse tout ce que ces dernières perdraient si les écosystèmes se dégradaient. Pour d’autres, le concept de services écosystémiques renvoie à une vision anthropocentrée et utilitariste de la biodiversité. Certains craignent que le recours à cette notion de services puisse déboucher sur la marchandisation de la nature (paiements pour services environnementaux, banques de compensation écologique, etc.) (Salles, 2018). En outre, il apparaît vain pour certains auteurs de chercher à protéger le vivant en adoptant une démarche utilitariste, alors que c’est sans doute cette démarche qui est à l’origine du déclin de la biodiversité.

C’est donc avec prudence et réserve que nous recourons ici à la notion de services écosystémiques pour mettre en évidence les impacts du changement climatique sur les écosystèmes littoraux métropolitains. Sans viser l’exhaustivité, le Tableau 1 synthétise les résultats des travaux réalisés par le comité français de l’UICN, consistant en un panorama des services écosystémiques fournis par les milieux naturels en France. Un volume est consacré aux écosystèmes marins et côtiers (UICN France, 2013), et une étude de cas à l’ancienne région Aquitaine (UICN France, 2014). Ce tableau présente les principaux services écosystémiques fournis par les écosystèmes présents en Aquitaine.

| Milieu | Services rendus | Menaces liées au changement climatique |
|----------------------|---|--|
| Zones marines | <p>Service de support</p> <ul style="list-style-type: none"> -cycle de l'eau : réservoir d'eau -cycle des éléments nutritifs : certaines bactéries transforment l'azote pour le rendre utilisable par les autres organismes -formation de roche par décomposition de la matière organique provenant de la mort du plancton -offre d'habitat pour de nombreux poissons <p>Service d'approvisionnement</p> <ul style="list-style-type: none"> -source de nombreux produits alimentaires : poissons, crustacés, algues -source de fibres, matériaux, ressources génétiques et biochimiques¹⁴ <p>Service de régulation</p> <ul style="list-style-type: none"> -stockage de carbone via la photosynthèse¹⁵ -autoépuration de l'eau par certains organismes (bactéries, mollusques, végétaux, etc.) <p>Services culturels</p> <ul style="list-style-type: none"> -activités de loisir (baignade, pêche, plongée, navigation, etc.) -attractivité touristique¹⁶ -observation de la faune et flore sauvages -éducation à l'environnement -recherche scientifique -convivialité familiale et sociale -source d'inspiration pour les artistes -lieux symboliques et patrimoniaux | <ul style="list-style-type: none"> -augmentation de la température -acidification de l'océan -stratification océanique -désoxygénation |

¹⁴ Substances ayant des propriétés anticancéreuses, antiinflammatoires ou anticoagulantes. C'est chez la faune marine que l'on trouve le plus de composés servant à la lutte contre le cancer, loin devant les organismes terrestres.

¹⁵ Les océans emprisonnent environ 25% du CO₂ émis chaque année.

¹⁶ Le littoral aquitain représente 60% des revenus de la région liés au tourisme.

| | | |
|------------------------|--|--|
| | | |
| Zones humides | <p>Service de support -stockage de l'eau (les zones humides peuvent stocker l'excès d'eau et la restituer pendant les périodes de sécheresse) -production primaire¹⁷</p> <p>Service de régulation -stockage de carbone via la photosynthèse -autoépuration de l'eau par certains organismes (bactéries, mollusques, végétaux, etc.)</p> | <p>-élévation du niveau de la mer -augmentation de la température -réduction du niveau des cours d'eau -submersion</p> |
| Plages et dunes | <p>Service de support -offre de d'habitat pour diverses espèces spécifiques, notamment au niveau de la laisse de mer, où certains insectes et crustacés participent à sa dégradation. Au sein des dunes, le taux d'endémisme des espèces est très élevé.</p> <p>Service de régulation -régulation de l'érosion et des risques naturels (submersion, ensablement)</p> <p>Service d'approvisionnement -pêche (pêche au filet et <i>surfcasting</i>)</p> <p>Services culturels -activités de plage (repos, baignade, promenade, pique-nique, etc.)¹⁸</p> | <p>-élévation du niveau de la mer -érosion -submersion</p> |
| Forêt dunaire | <p>Service de support -cycle de l'eau : facilite l'infiltration de l'eau dans le sol, régule le débit des rivières</p> | <p>-élévation du niveau de la mer -submersion</p> |

¹⁷ Les zones humides et les estuaires sont parmi les écosystèmes les plus biologiquement productifs au monde car la faible profondeur de l'eau permet une bonne pénétration de la lumière et les apports continentaux en nutriments sont élevés.

¹⁸ Environ 10 millions de touristes fréquentent les plages et les forêts dunaires de la région Aquitaine chaque année.

| | | |
|--|--|--|
| | <p>-formation et stabilisation des sols -offre d'habitat, constitue un îlot de biodiversité important</p> <p>Service d'approvisionnement -ressources alimentaires : lieu de ramassage de champignons et de baies -bois : bois d'œuvre (60%) et industrie (pâte, panneaux, énergie, 40%) -gemme (résine des pins), utilisée dans la fabrication de nombreuses colles, peintures et solvants -liège -huiles essentielles ...</p> <p>Service de régulation -stockage de carbone via la photosynthèse -régulation de l'érosion par la stabilisation des dunes -régulation de la qualité de l'eau grâce à l'activité des bactéries et champignons</p> <p>Services culturels -promenade -chasse</p> | -augmentation de la température |
| Lacs, étangs et lettres humides | <p>Service de support -offre d'habitat (environ 250 espèces d'oiseaux sur ces espaces, mammifères, espèces végétales souvent endémiques)</p> <p>Service d'approvisionnement -ressources piscicoles (sandres, brochets, perches, ...)</p> <p>Services culturels -activités nautiques -tourisme -pêche -plaisance -accueil du public</p> | -augmentation de la température -réduction du débit des cours d'eau |
| Côtes rocheuses | Service de support | |

| | | |
|------------------|---|--|
| | <p>-offre d'habitat, biodiversité : importante zone nourricière, de repos, de ponte ou de nurserie pour un grand nombre d'espèces de poissons, d'oiseaux et de crustacés¹⁹</p> <p>Service d'approvisionnement</p> <ul style="list-style-type: none"> -algues rouges (agar agar) -algues épaves (principale alternative à la gélatine animale) -espèces pêchées (rascasse brune, rouget, sole, etc.) <p>Service de régulation</p> <p>-régulation de l'érosion : les falaises, en s'érodant, permettent l'alimentation en sédiments des secteurs en aval. La végétation présente sur les falaises permet le ralentissement de cette érosion.</p> <p>Service culturel</p> <ul style="list-style-type: none"> -tourisme -promenade -pêche à pied -plongée, surf -éducation à l'environnement²⁰ | |
| Estuaires | <p>Service de support</p> <ul style="list-style-type: none"> -production primaire de matière organique -zone importante de nourrissage pour les stades juvéniles de certaines espèces de poissons et d'oiseaux -offre d'habitat pour de nombreuses espèces de poissons amphihalins. -influence la distribution d'espèces au large via l'apport en nutriments <p>Service d'approvisionnement</p> <ul style="list-style-type: none"> -agriculture pratiquée sur les marais riverains de l'estuaire de la Gironde -ressources pour la pêche (crevette blanche, maigre, etc.)²¹ | <ul style="list-style-type: none"> -élévation du niveau de la mer -espèces exotiques envahissantes (colonisation par les écrevisses américaines) |

¹⁹ L'estran rocheux présente une grande diversité faunistique. Par ailleurs, la zone de déferlement des vagues abrite quelques espèces bien adaptées comme le poulpe ou la seiche.

²⁰ Le Centre de la Mer à Biarritz accueille plus de 20 000 personnes par an et est le second site le plus visité des Pyrénées-Atlantiques.

²¹ Sur les 15 principales espèces pêchées en Aquitaine, 11 sont estuaire-dépendantes, c'est-à-dire qu'elles fréquentent l'estuaire (en l'occurrence de la Gironde), pour leur reproduction ou leur alimentation

| | | |
|----------------------------|--|--|
| | <p>Service de régulation -autoépuration de l'eau par certains organismes (bactéries, mollusques, végétaux, etc.)</p> <p>Services culturels -tourisme -loisirs (plage, navigation de plaisance, chasse et pêche de loisir, etc.) -valeurs éducatives et connaissance scientifique -valeurs esthétiques, artistiques et patrimoniales</p> | |
| Herbier de zostères | <p>Service de support -production primaire de matière organique -stabilisation des sols : en réduisant la force érosive des courants -offre d'habitat, de lieu de d'alimentation ou de reproduction pour de nombreuses espèces aquatiques (palourde, crevette grise, hippocampe, seiche, etc.) et pour de nombreux oiseaux (canard, cygne, etc.)</p> <p>Service de régulation -stockage de carbone via la photosynthèse -réduction de l'érosion via la réduction de l'énergie des vagues -amélioration de la qualité de l'eau : la présence de ces plantes limite la mise en suspension de particules fines, ce qui contribue à une bonne transparence de l'eau. De plus, ces plantes captent une partie des polluants qui se retrouvent dans l'eau²². Enfin, elles piègent une partie de l'azote et du phosphore et limitent donc l'eutrophisation</p> | <p>-augmentation de la température -acidification de l'océan</p> |

Tableau 1 - Services écosystémiques fournis par les écosystèmes marins et côtiers en France métropolitaine, d'après UICN (2014) et impacts du changement climatique sur ces écosystèmes

²² Les zostères peuvent emmagasiner jusqu'à 25 000 fois la concentration dans l'eau de l'irgasol, utilisé pour les peintures des bateaux.

La Figure 7 synthétise une partie des conséquences du changement climatique sur les espèces et les écosystèmes, en fonction du scénario d'évolution (optimiste ou pessimiste).

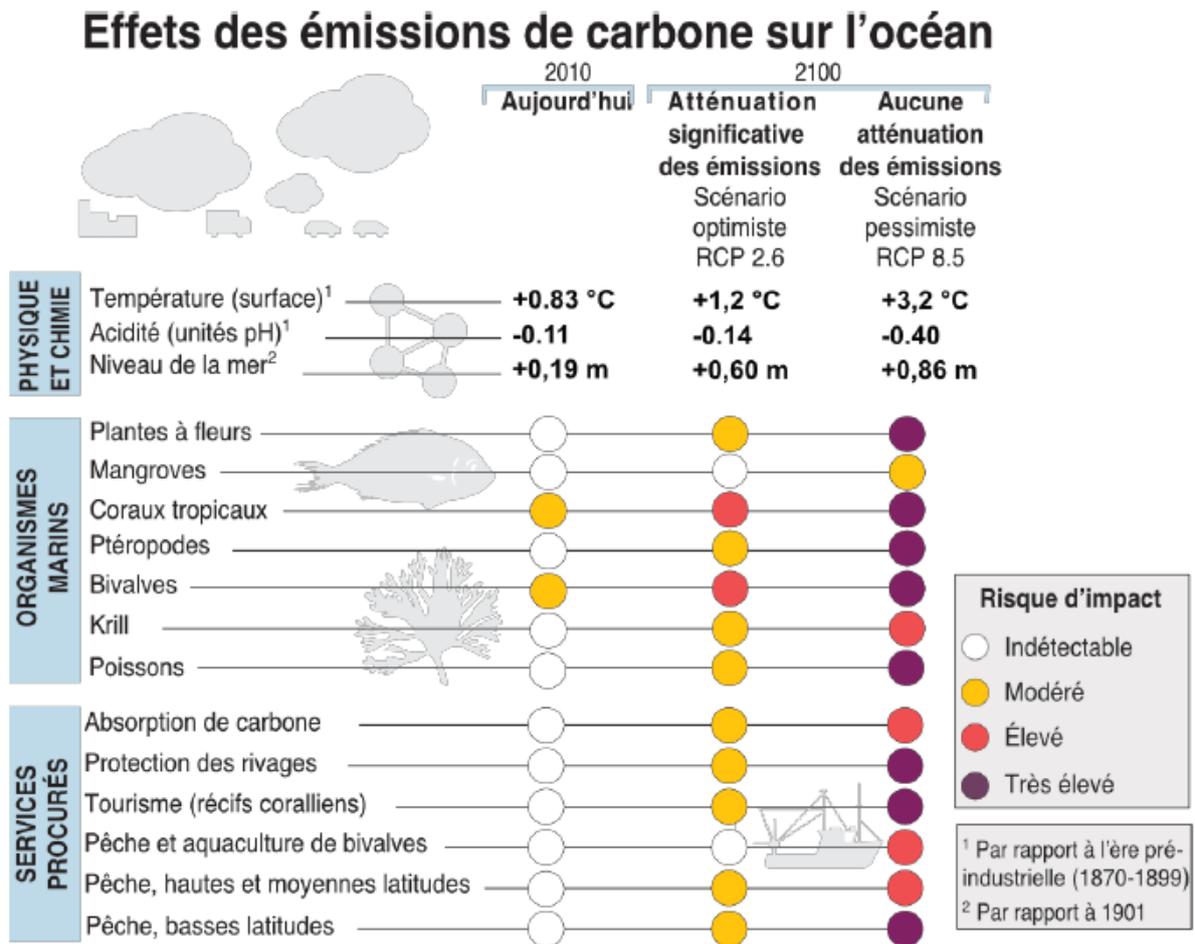


Figure 7 - Synthèse des effets du changement climatique sur les espèces océaniques et les services écosystémiques

Source : (Gattuso et al. 2015)

1.3 Des risques de submersion et d'érosion aggravés par l'élévation du niveau de la mer.

Les impacts potentiellement très lourds de l'aggravation du risque de submersion marine

La submersion marine est un risque naturel qui préexiste au changement climatique. Ce type d'évènement peut se produire lorsque plusieurs forçages océaniques se combinent : dépression atmosphérique, fort coefficient de marée, hauteur de vague importante, etc.

Les liens entre la submersion marine et le changement climatique sont variés. L'élévation du niveau de la mer sera la principale cause d'aggravation de l'aléa de submersion. Mais le changement des pressions atmosphériques et des vents, en jouant sur les caractéristiques des vagues (hauteur, période, direction) a également un impact sur l'aléa submersion.

Au niveau mondial, le dernier rapport de synthèse du GIEC (2014) indique qu'une remontée du niveau marin de 0,5m impliquerait une augmentation de 10 à 100 fois la fréquence de submersion en l'absence d'adaptation. A l'échelle européenne, à l'horizon 2050, 55 000 personnes pourraient être, chaque année, concernées par les submersions marines, contre 10 000 aujourd'hui (CEPRI, 2016). Cette augmentation s'explique en grande partie par l'élévation du niveau de la mer.

Dans un scénario d'élévation du niveau de la mer de 45cm, environ 440 000 Européens pourraient être amenés à quitter définitivement leur logement d'ici 2100. Les Etats de l'Union européenne qui devraient subir le plus de dommages à horizon 2080 sont les Pays-Bas (6 milliards d'euros de dommages moyens chaque année), suivis de la France, du Royaume-Uni et de l'Allemagne (entre 3 et 4 milliards d'euros).

Malgré des antécédents de submersion marine particulièrement violents, la tempête *Xynthia* de février 2010 rappelle que la France est particulièrement soumise à ce risque. D'après le Ministère de l'environnement, la submersion marine menace 1.4 million de résidents²³ et 850 000 emplois, et les terrains situés sous le niveau de la mer représentent 590 000ha de terres. 165 000 bâtiments et 864 communes sont particulièrement vulnérables au risque de submersion²⁴. 20% des résidences exposées sont de plain-pied. De nombreux services publics, dont 160 établissements de santé, sont situés en zone à risque, tandis que certaines installations nucléaires et industries lourdes²⁵ sont situées près des côtes ou des estuaires. 28 Territoires à Risque Important d'Inondations (TRI) par submersion marine ont été identifiés en France métropolitaine²⁶. Les cinq départements les plus exposés au risque de submersions marines sont la Gironde, la Loire-Atlantique, la Seine-Maritime, le Nord et le Pas-de-Calais. Ils représentent à eux seuls 50% de la population vulnérable au risque de submersion marine (CEPRI, 2016).

Un effet difficile à analyser sur l'érosion

Une part importante des côtes est en recul en France et dans le monde. Sur le littoral français, 24% des côtes sont en érosion, 44% sont stables, 9.5% sont en accrétion, 17% sont artificialisées et le reste (5%) est non renseigné. Ces chiffres dissimulent une hétérogénéité forte, notamment parce que les côtes sableuses sont plus sensibles à l'érosion. En effet, 70% des côtes sont en érosion dans le Pas-de-Calais, en Seine-Maritime, dans le Calvados et dans le Gard, contre 50% dans les Pyrénées et seulement 5% en Ille-et-Vilaine (CESERs de l'Atlantique, 2015). A l'inverse, les marais côtiers sont aujourd'hui généralement en accrétion. C'est le cas pour la baie du Mont St Michel, le marais Poitevin ou Charentais.

L'érosion est causée par de nombreux phénomènes, et n'est pas uniquement le résultat d'une élévation du niveau de la mer. L'effet des vagues et des courants a des influences beaucoup

²³ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/prevention-des-inondations>

²⁴ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/risques-littoraux>

²⁵ On peut citer la centrale nucléaire Gravelines dans le Nord ou celle du Blayais en Gironde.

²⁶ Le littoral charentais-maritime, le bassin d'Arcachon, Bordeaux, Libourne, la Côte Basque, Dunkerque, Calais, la Rochelle-Ile de Ré, la baie de l'Aiguillon, Saint-Malo Baie du Mont Saint Michel, Saint-Nazaire, Presque-île de Guérande, Noirmoutier Saint-Jean-de-Monts, Nice-Cannes-Mandelieu, Marseille-Aubagne, Est-Var, Toulon-Hyères, Delta-du-Rhône, Narbonne, Nîmes, Béziers-Agde, Sète, Montpellier-Lunel-Maugio-Palavas, Perpignan-Saint-Cyprien, Caen, Dives-Ouistreham, Cherbourg-Octeville, le Havre, Dieppe

plus importantes que la montée des eaux. Le principal facteur d'érosion est le déficit des stocks sédimentaires, qui s'explique notamment par la multiplication des barrages le long des fleuves, qui piègent les sédiments avant leur arrivée sur le littoral (Paskoff, 2004). D'après Le Cozannet et al. (2016), l'augmentation du niveau des mers n'expliquera l'accélération de l'érosion généralisée des côtes sableuses que vers la fin du siècle, alors que dans les prochaines décennies la variabilité du trait de côte sera principalement expliquée par le bilan sédimentaire et la variabilité des épisodes de tempête. Le changement climatique affecte ces deux phénomènes, par la réduction du débit des cours d'eau, par la modification des usages de l'eau, et par l'augmentation de l'intensité des tempêtes (pas forcément de leur fréquence).

L'évolution du trait de côte peut connaître des évolutions brutales. Le recul de la côte sableuse d'Aquitaine s'effectue à un rythme de 1 à 3 m/an en moyenne, mais a atteint 20 m sur de nombreux sites après la succession de tempêtes de l'hiver 2013/2014 (Bonneton et al., 2013), pour atteindre les prévisions normalement attendues pour 2040 (Acclimaterra, 2018). Ce recul plus rapide que prévu n'est pas la conséquence d'un événement exceptionnel, mais d'une succession exceptionnelle d'événements. L'hiver 2013-2014 a été particulièrement énergétique. Il n'est pas certain que cela soit une manifestation du changement climatique, mais le fait que l'hiver 2015/2016 soit classé 4^e hiver le plus énergétique depuis 1968 peut laisser penser que la fréquence de ces hivers très énergétiques va s'accélérer (Acclimaterra, 2018). Les côtes à falaise peuvent elles aussi connaître une érosion brutale et rapide lorsque les falaises s'effondrent : le recul des falaises crayeuses de Seine Maritime est de l'ordre de 20 cm/an, mais des effondrements peuvent les faire reculer de plus 10 à 15 m en quelques secondes (Costa et al., 2004).

Il est difficile d'isoler l'effet du changement climatique sur le phénomène d'érosion. D'après Acclimaterra, (2018) « *Quantifier l'effet du changement climatique sur l'érosion des côtes sableuses est un véritable défi scientifique et il n'existe pas d'approche scientifique pour s'attaquer au problème. L'évolution de l'érosion sur la majorité du littoral dans le cadre du changement climatique ne pourra être réellement évalué qu'à travers l'acquisition de longues séries de données du trait de côte afin d'en isoler les évolutions saisonnières, interannuelles ainsi que la signature d'événements extrêmes* ».

Dans le cadre de la Stratégie Nationale de Gestion Intégrée du Trait de Côte (SNGITC), le CEREMA a produit un indicateur national de l'érosion côtière qui permet de rendre compte des zones les plus vulnérables au phénomène d'érosion. La Figure 8 montre qu'une grande partie de la Nouvelle-Aquitaine et du Languedoc-Roussillon présente un recul supérieur à 0,5m/an en moyenne, de même que le littoral de la Manche, et d'autres secteurs plus localisés.

Dans le cadre des Plans de Prévention des Risques Littoraux comportant un volet érosion, ainsi que dans le cadre des Stratégies Locales de Gestion de la Bande Côtière développées par certaines communes de Nouvelle-Aquitaine, et plus généralement dans le cadre de la Stratégie Nationale de Gestion Intégrée du Trait de Côte, des scénarios d'évolution du trait de côte sont en cours d'élaboration. Mais ces estimations sont difficiles à réaliser, car le rythme de recul du trait de côte dépend de nombreux facteurs. Par exemple, en ce qui concerne la Nouvelle-Aquitaine, le rapport Acclimaterra (2018) estime que le trait de côte aura reculé de 65m en moyenne sur le littoral sableux des Landes-Gironde²⁷ à l'horizon 2050. Mais les auteurs du rapport s'empressent de préciser qu' « *il s'agit d'une projection déterministe utile pour les*

²⁷ https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/05/16/en-nouvelle-aquitaine-il-faut-concevoir-des-filieres-agricoles-adaptees-et-conserver-la-ressource-en-eau_5462822_3244.html

décideurs, mais qui fait abstraction de nombreuses variables telles que les variations climato-océaniques et hydrosédimentaires précitées ». Pour le littoral aquitain, l'Observatoire de la Côte Aquitaine avait lui aussi réalisé des estimations du recul du trait de côte à horizon 2040, mais ces projections ont été rendues caduques par les tempêtes de l'hiver 2013-2014, qui ont considérablement accéléré le rythme d'érosion.

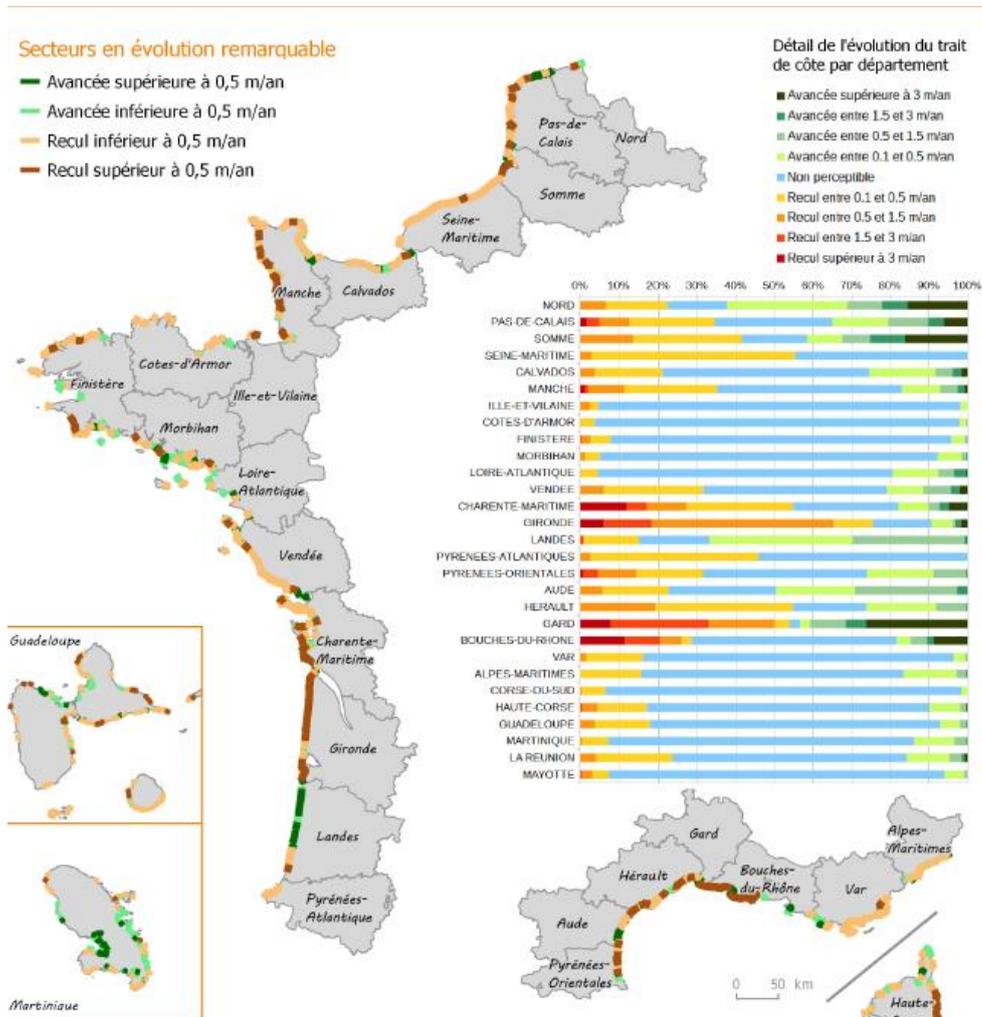


Figure 8 - Evolution du trait de côte
Source : CEREMA (2017)

1.4 Un coût social et économique potentiellement important

Les impacts socio-économiques de l'élévation du niveau de la mer sur le littoral sont variés et n'ont sans doute pas tous été identifiés ou évalués, au niveau local notamment. Hénaff et Philippe (2014) soulignent que les différentes administrations ne considèrent pas toutes le même périmètre d'enjeux. Sans viser l'exhaustivité, nous présentons ici les principaux impacts de l'élévation du niveau de la mer (sur la santé humaine, sur le bâti, sur les infrastructures, sur les systèmes assurantiels).

Des enjeux non négligeables sur la santé humaine

En ce qui concerne le risque d'inondation par submersion marine, les enjeux en termes de santé humaine sont très élevés puisque, comme l'a rappelé la tempête *Xynthia*, les conséquences peuvent aller jusqu'au décès de plusieurs personnes (47 décès ainsi que plusieurs centaines de blessés). Les inondations exceptionnelles en mer du Nord en 1953 ont entraîné plus de 2500 décès aux Pays-Bas, au Royaume-Uni, au Danemark, en Allemagne et en Belgique, dont 1800 pour les seuls Pays-Bas.

Les décès peuvent être provoqués par la noyade, l'hypothermie, des infarctus, des chocs avec des objets charriés par les eaux, etc. (CEPRI 2016). Les personnes les plus vulnérables sont les jeunes enfants, qui ne savent pas encore nager, et les personnes âgées. Les très jeunes enfants et les personnes de plus de 60 ans sont en effet surreprésentés parmi les victimes de la tempête *Xynthia*. La vulnérabilité à la submersion marine dépend également du moment de la journée où l'épisode de submersion a lieu (la vulnérabilité est plus grande la nuit) et du type de bâti, sachant qu'environ 20% des logements construits sur le littoral sont de plain-pied. Vinet, Boissier, et Defossez (2011) ont montré que 32 des 41 personnes décédées lors de la tempête *Xynthia* vivaient dans des maisons de plain-pied, sans possibilité de se réfugier en hauteur. Il faudrait aller plus loin en questionnant le profil socio-économique des ménages habitant ces habitats de plain-pied, mais l'on peut supposer que ce sont des ménages aux revenus plus modestes que ceux habitant dans une maison avec étage. La vulnérabilité à la submersion pourrait donc se lire comme une situation d'inégalité environnementale.

Plus largement, la Direction Générale de la Santé (2009) considère que les inondations peuvent engendrer, en période de danger immédiat, des blessures et des décès, à court-terme, des risques infectieux (tétanos, gastro-entérite, hépatite virale, typhoïde, allergies respiratoires et cutanées, etc.) et à moyen-terme des problèmes psychologiques relevant du stress post-traumatique. La Direction générale de la Santé (2009) a estimé le coût de la prise en charge de ces problèmes psychologiques engendrés par les inondations du Gard de 2002 à environ 230 000€ pour 953 personnes. Les auteurs rappellent que ce chiffre correspond à un minimum car il ne traduit que le coût direct pris en charge par les dispositifs de solidarité collective. « *[Ces estimations] ne prennent donc pas en compte ni les coûts directs supportés par les personnes touchées et leur entourage, ni les coûts indirects liés au retentissement des pathologies sur l'activité, ni les coûts intangibles du retentissement de la maladie sur la qualité de vie* ».

D'après Raguenaud et al. (2011), qui ont réalisé une enquête auprès de professionnels de santé durant l'année qui a suivi *Xynthia*, les principaux troubles consécutifs à la tempête sont les symptômes dépressifs, les troubles anxieux, l'état de stress post-traumatique.

Il faut également considérer les impacts sur la santé des pollutions potentiellement engendrées par les submersions marines. La tempête *Xynthia* a notamment provoqué des pollutions dues à des déversements accidentels d'hydrocarbures, des pollutions domestiques diffuses et un dysfonctionnement des systèmes d'assainissement, ce qui peut avoir des impacts à long terme sur la santé humaine et des écosystèmes.

En ce qui concerne le risque d'érosion, les enjeux sont différents. En dehors du cas extrême d'une érosion brutale provoquée par une tempête ou un éboulement de falaise qui pourrait entraîner des blessures ou des décès, l'enjeu est celui de la perte du patrimoine (résidence principale ou secondaire) si la collectivité locale choisit l'option de la relocalisation des activités et des biens, et des conséquences économiques, sociales et psychologiques que cela peut engendrer.

Les impacts sur les bâtiments résidentiels et les locaux d'activité

Les épisodes de submersion marine ou de recul du trait de côte qui ont touché la France ces dernières années ont montré que l'une des conséquences de ces événements était la destruction de nombreux bâtiments. La principale distinction entre submersion marine et érosion côtière est que la première crée un endommagement en général réversible et temporaire (très peu de bâtiments entièrement détruits par la tempête lors de *Xynthia*, mais nécessitant des réparations importantes), tandis que la seconde crée une destruction définitive des biens sans reconstruction possible (ces dommages ne sont donc pas assurés). En dehors de cette différence, les deux phénomènes peuvent être tout aussi brutaux, cf. les tempêtes de 2013-2014 où le trait de côte a reculé de plusieurs dizaines de mètres très soudainement, autant sur des côtes rocheuses que sableuses. Les victimes de ces destructions se retrouvent sans logement, ou sans local dans le cas d'un bâtiment à usage professionnel. Les impacts de cette perte de logement ou d'activité sont économiques (perte du revenu lié à l'activité, perte du patrimoine immobilier, etc.), sociale (le lieu de vie et le lieu de travail sont des facteurs d'intégration sociale importants), psychologique (stress lié à la perte brutale d'un lieu de vie ou de travail et à la recherche d'une alternative, tristesse provoquée par le lien affectif entre les individus et leur lieu de travail ou le leur lieu de résidence), etc.

La destruction des bâtiments a également un coût économique élevé, que ce soit *via* la réparation des dommages par les assureurs ou la Caisse Centrale de Réassurance ou par l'indemnisation des personnes expropriées par le fonds Barnier. Le coût total de la tempête *Xynthia* est estimé à environ 2.5 milliards d'euros, dont 1.5 milliard pris en charge par les assurances (CEPRI, 2016). L'urbanisation du littoral et les tendances prévues pour l'augmentation de la démographie et des constructions de logements renforcent cet écart (*cf* Introduction). De plus, le prix de vente des terrains à bâtir dans les communes littorales est 60% plus élevé que la moyenne métropolitaine. Parmi les acheteurs, les catégories socio-professionnelles supérieures et les personnes âgées sont surreprésentées. La valeur économique de ce capital bâti installé près des côtes est ainsi en forte augmentation, ce qui accroît encore les dommages potentiels liés aux risques portant sur le bâti.

La submersion marine peut également affecter les activités agricoles. En effet, une submersion marine, même temporaire, peut saliniser les terres agricoles et entraîner des baisses de rendements sur plusieurs années. Après la tempête *Xynthia*, l'eau de mer a pu stagner entre 2 et 15 jours, impactant près de 1000 exploitations agricoles, soit l'équivalent de 32 000 ha, et entraînant des pertes évaluées à plus de 70 millions d'euros. Une partie de ces dommages s'explique par la salinisation des parcelles (CEPRI, 2016).

Les impacts sur les infrastructures et sur les services publics

L'élévation du niveau de la mer menace des infrastructures de transports, des réseaux (d'eau, d'électricité, etc.) et des services publics. L'ONERC a estimé le kilométrage d'infrastructures de transports qui pourraient être inondées suite à une élévation du niveau de la mer d'1m: 198 km de routes nationales, 355 km d'autoroutes, 1967 km de voies ferrées, 4338 km de routes départementales et 15 522 km de routes communales (Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique, 2015).

La submersion et l'érosion peuvent affecter des équipements et des services publics. Ce sont près de 80 établissements publics qui ont été impactés après la tempête *Xynthia* en Charente-Maritime. L'un d'entre eux était une station d'épuration. La reprise du fonctionnement a pris plusieurs semaines, et la remise en état complet a pris plus d'un an. Ce dysfonctionnement a entraîné la mise en place d'une interdiction de baignade, de ramassage des coquillages et d'activités nautiques (CEPRI, 2016).

En Loire-Atlantique, ce sont quatre centres médico-sociaux situés à Saint-Brevin-les-Pins qui sont menacés par la submersion marine. L'Autorité Régionale de Santé a décidé la fermeture de ces sites d'ici 4 à 6 ans. Ces sites accueillent plus de 1000 patients et 1200 professionnels de santé²⁸. Il s'agit du plus gros centre d'accueil de personnes handicapées et de personnes âgées de Loire-Atlantique²⁹.

²⁸ https://actu.fr/pays-de-la-loire/saint-brevin-les-pins_44154/risques-littoraux-saint-brevin-pins-etablissements-medico-sociaux-veulent-partir_21928288.html

²⁹ <https://www.francebleu.fr/infos/sante-sciences/saint-brevin-les-pins-les-etablissements-medicaux-sociaux-vont-quitter-mindin-1551978612>

Estimations des enjeux menacés par l'érosion ou la submersion

La Stratégie Nationale de Gestion Intégrée du Trait de Côte (2012) prévoit la création d'un réseau national des observatoires du trait de côte. La mise en place de ce réseau a nécessité plusieurs années, et le portail internet du réseau a été mis en ligne en 2018. Ce réseau regroupe différentes institutions nationales (le CNRS, le BRGM, l'ONF, le CEREMA, l'IGN, etc.) ou régionales (Observatoire de la Côte Aquitaine, Observatoire Régional des Risques Côtiers en Pays de la Loire, Réseau d'Observation du Littoral Normand Picard, etc.). Ces différents organismes fournissent des estimations des enjeux menacés par les risques côtiers.

Les services de l'Etat, à travers la réalisation des Plans de Prévention des Risques Littoraux, peuvent également fournir des estimations des enjeux menacés par l'érosion ou la submersion. Il est cependant délicat d'obtenir une estimation nationale par simple addition des estimations régionales, d'une part parce que toutes les régions ne sont pas couvertes par les observations, et d'autre part parce que les grandeurs estimées ne sont pas dans la même unité. Certaines estimations ne concernent qu'un seul risque (érosion ou submersion), certaines considèrent comme périmètre de vulnérabilité une bande côtière de 400m tandis que d'autres considèrent un horizon temporel (2050, 2100). Nous présentons ci-dessous les estimations fournies par les observatoires régionaux ou les personnes auditionnées.

Estimations des enjeux menacés par l'érosion côtière en Nouvelle-Aquitaine à horizon 2050

Le GIP Littoral a identifié le type et le nombre d'enjeux menacés par l'érosion côtière en Nouvelle-Aquitaine à l'horizon 2050. Il considère les enjeux menacés avec prise en compte des ouvrages de protection existants et sans prise en compte des ouvrages de protection. Les résultats obtenus sont :

- 5 800 logements menacés sans prise en compte des ouvrages de protection, 580 logements menacés avec prise en compte de ces ouvrages
- 600 activités économiques impactées sans prise en compte des ouvrages de protection, 40 avec prise en compte de ces ouvrages
- 80 infrastructures publiques impactées sans prise en compte des ouvrages de protection, 30 avec prise en compte de ces ouvrages
- 78 km de réseaux impactés sans prise en compte des ouvrages de protection, 30 km avec prise en compte de ces ouvrages

Les auteurs du rapport Acclimaterra (2018) estiment quant à eux que 54 678 bâtiments sont situés dans des zones basses en Nouvelle-Aquitaine.

Estimation du nombre de bâtiments menacés par l'érosion et la submersion en Loire Atlantique à travers les 4 PPRL du département

PPRL « Presqu'île de Guérande » : 200 bâtiments menacés par l'érosion, 7000 menacés par la submersion, à horizon 2100

PPRL « Baie de Bourgneuf Nord » : 90 bâtiments menacés par l'érosion, plus de 1000 menacés par la submersion, à horizon 2100

PPRL « Baie de Pont Mahé » : 150 bâtiments menacés par l'érosion, 200 menacés par la submersion, à horizon 2100

PPRL « Côte de Jade » : 20 bâtiments menacés par l'érosion, 500 bâtiments menacés par la submersion, à horizon 2100

Enjeux situés en zone basse (bande côtière de 400m) en Pays-de-la-Loire

D'après l'Observatoire Régional des Risques Côtiers en Pays-de-la-Loire(OR2C), 10 853 bâtiments sont situés en zone basse, c'est-à-dire dans une bande côtière de 400m par rapport au trait de côte.

Enjeux menacés par la submersion marine en Nord-Pas de Calais

D'après l'Observatoire Climat Nord-Pas-de-Calais (2014), 4500 ha en zone littorale sont exposés à un aléa centennal de submersion marine, ce qui correspond à 52 600 habitants. Le changement climatique induit une augmentation des surfaces exposées de +51% (+2303 ha) et une augmentation du nombre d'habitants exposés de +38% (+20 189 habitants).

Enjeux situés en zone basse sur le littoral normand picard

Le Réseau d'Observation du Littoral Normand Picard (ROLNP) met à disposition une cartographie précisant commune par commune le nombre de bâtiments situés en zone basse, ainsi qu'un indicateur de vulnérabilité³⁰ contenant 7 niveaux (0 étant l'absence de vulnérabilité, et 7 la vulnérabilité maximale). Parmi les communes les plus vulnérables, on peut citer Dunkerque (niveau de vulnérabilité 7, 4571 bâtiments situés en zone basse), Calais (niveau de vulnérabilité 7, 5935 bâtiments situés en zone basse), ou encore le Havre (niveau de vulnérabilité 7, 1351 bâtiments situés en zone basse).

Enjeux situés en zone basse sous les niveaux marins de référence, au niveau régional

Le CEREMA a lancé en 2008-2009 une étude portant sur « la vulnérabilité du territoire national aux risques littoraux ». L'étude considère les enjeux situés en zones basses, c'est-à-dire les zones topographiques situées sous un niveau marin de référence.

| Régions | Nombre de bâtiments | Linéaire d'infrastructures de transport (km) | Surface de sites d'intérêt écologique (ha) |
|-----------------------|---------------------|--|--|
| Nord-Pas-de-Calais | 65 676 | 3 757 | 1918 |
| Picardie | 10 149 | 545 | 5 445 |
| Haute-Normandie | 9 003 | 923 | 12 410 |
| Basse-Normandie | 15 591 | 868 | 28 923 |
| Bretagne | 22 375 | 1 611 | 15 540 |
| Pays de la Loire | 59 658 | 3 074 | 125 901 |
| Poitou-Charentes | 28 762 | 1 783 | 64 052 |
| Aquitaine | 25 916 | 1 582 | 34 367 |
| Languedoc-Roussillon | 16 135 | 1 905 | 27 752 |
| PACA | 10 571 | 711 | 64 973 |
| Corse | 1 320 | 45 | 1 359 |
| France métropolitaine | 265 156 | 16 804 | 382 640 |

Source : (Perherin et al., 2014)

Enjeux menacés par le recul du trait de côte au niveau national

³⁰ https://maps.rolnp.fr/atlas/Dynamique_et_risques/#floatingPanel

Le CEREMA estime qu'en 2100, selon le scénario considéré, entre 5 000 et 50 000 logements seront menacés par le recul du trait de côte³¹. Cette estimation est réalisée à enjeux constants, c'est-à-dire qu'elle ne considère pas une évolution du nombre de bâtiments implantés sur le littoral d'ici 2100. Elle ne prend pas non plus en compte les activités économiques. Les effets du changement climatique, et notamment l'élévation du niveau de la mer, ne sont pas pris en compte.

Enjeux économiques pour les assureurs

Les assureurs ont estimé le surcoût lié à l'aléa submersion marine entre 3.2 et 4.2 Mds d'€ entre 2015 et 2040, pour la France métropolitaine. Pour les 25 dernières années, ce coût est d'1Md€. Les assureurs anticipent donc une multiplication par 3 ou 4 des coûts liés aux submersions marines.

Plus généralement, la Fédération française de l'assurance (2015) a estimé le surcoût lié aux intempéries « sécheresse », « inondation hors submersion marine », « submersion marine », « tempête » pour les 25 prochaines années (2015-2040) et l'a comparé au coût qu'ils ont supporté ces 25 dernières années. Ils estiment une hausse globale d'environ 90%, pour atteindre environ 92 Mds d'€ entre 2015 et 2040. Selon eux, cette augmentation s'explique d'abord par l'enrichissement du pays (le capital détruit à cause des intempéries a plus de valeur), qui expliquerait 43% de l'augmentation du coût des intempéries. Le deuxième facteur est le changement climatique, qui expliquerait 30% de cette augmentation, ce qui représente environ 13 Mds d'€ d'ici 2040. Il se manifeste principalement sur le péril sécheresse (pour 8 Mds d'€). La submersion marine constitue le second péril répertorié (4Mds d'€ de surcoût d'ici 2040). L'aléa érosion n'a pas été considéré par les auteurs de cette étude.

³¹<https://www.cerema.fr/fr/actualites/cerema-estime-que-recul-du-trait-cote-pourrait-toucher-jusqu-a-50%20000-logements>

L'exemple des Wateringues dans le Nord-Pas-de-Calais

Le territoire des Wateringues est situé sur les départements du Nord et du Pas-de-Calais, sur le triangle Calais-Dunkerque-Saint-Omer. Ce territoire correspond à l'ancien delta de l'Aa, qui a été progressivement asséché par les moines venus d'Angleterre à partir du Xème siècle.

Le territoire des Wateringues représente 85 000 ha de terres situées à une altitude inférieure au niveau des plus hautes mers. 450 000 habitants vivent sur ce territoire, sur 97 communes. Etant donné la topographie de ce territoire, un immense réseau d'évacuation des eaux vers la mer est nécessaire. Ce réseau est composé de plus de 1000 km de watergangs (canaux et fossés en bordure de chemin et de polders), de plus de 10 stations de relevage sur le réseau hydraulique, ce qui représente une capacité de pompage et d'évacuation vers la mer de plus de 100 mètres cube par seconde.

L'évacuation des eaux est également facilitée par la présence des deux marées journalières. A marée basse, le niveau de la mer est inférieur au niveau des eaux à l'intérieur des terres. Cela permet l'évacuation naturelle des eaux intérieures vers la mer. A marée haute, en revanche, l'évacuation gravitaire n'est plus possible, et il est donc nécessaire de pomper l'eau afin de l'évacuer.

L'élévation du niveau de la mer va réduire les capacités d'évacuation gravitaire. Il sera donc nécessaire de compenser cette perte de capacité d'évacuation gravitaire par une augmentation des capacités de pompage. D'après l'Institution Interdépartementale des Wateringues, une élévation du niveau de la mer de 30cm engendre une augmentation des pompes allant de +40% à +180% selon les lieux. Cette évacuation par pompage requiert de l'énergie. Cela entraîne également un surcoût supplémentaire, sachant que la gestion annuelle des Wateringues était déjà de 4.5 millions d'euros en 2015³².

Source : Institution Interdépartementale des Wateringues (<http://www.institution-wateringues.fr/>)

2. Les différents scénarios pour s'adapter à l'élévation du niveau de la mer

Quatre types d'actions d'adaptation sont analysés : la protection contre les submersions marines et le maintien du trait de côte par des ouvrages de protection (2.1), la gestion souple du trait de côte (2.2) basée sur les solutions fondées sur la nature (2.2.1), la dépoldérisation et la renaturation (2.2.2) et le rechargement de plage (2.2.3), la maîtrise de l'urbanisation (2.3) et la relocalisation des activités et des biens (2.4).

D'autres actions d'adaptation sont nécessaires et complémentaires mais n'ont pas été abordées ici : l'amélioration des systèmes de prévisions météorologiques et d'observation du trait de côte, l'amélioration des systèmes d'alerte et de vigilance, l'amélioration de l'organisation des secours, ou encore l'amélioration de la culture du risque. Enfin, les stratégies d'adaptation pour faire face aux menaces pesant sur la biodiversité littorale feront l'objet d'un prochain rapport.

³² <https://www.lavoixdunord.fr/archive/recup/region/urgence-climatique-en-nord-pas-de-calais-des-menaces-ia0b0n3187707>

2.1. Les ouvrages de protection : des incertitudes de gouvernance et de financement

Une des options d'adaptation des littoraux face aux risques d'érosion et de submersion est la construction ou le confortement d'ouvrages de protection (digues, épis, enrochement, etc.). Aujourd'hui, environ 20% du linéaire côtier est couvert par des ouvrages côtiers (CGDD et UICN, 2018). A l'échelle métropolitaine et ultramarine, cela représente environ 16 000 ouvrages ou aménagements pour une longueur totale de 2300km, dont 1600km en métropole.

Le constat scientifique sur l'efficacité des ouvrages côtiers contre les risques littoraux dépend de l'aléa considéré. En ce qui concerne le phénomène d'érosion, les scientifiques et de nombreux acteurs de terrain s'accordent sur le fait que la construction de digue, d'épis ou d'enrochement n'est pas une solution pérenne dans la plupart des situations, car ces ouvrages modifient les phénomènes naturels d'érosion au sein d'une cellule hydrosédimentaire. Si l'érosion peut être localement ralentie par les ouvrages de protection, elle est souvent accentuée en amont ou en aval de ces derniers. Face à ce constat, les autorités publiques abandonnent progressivement les projets de construction de nouvelles infrastructures de maintien du trait de côte. L'Etat a en effet affirmé dans sa SNGITC (2012) que « *le trait de côte est naturellement mobile : il ne peut pas et ne doit pas être fixé partout* ». En revanche, dans des zones à forts enjeux et à faible taux d'érosion, certains ouvrages de protection pourraient continuer à être efficaces, à condition qu'ils soient bien dimensionnés et combinés avec des rechargements souples pour compenser leurs effets sur la dynamique hydro-sédimentaire.

En ce qui concerne la submersion, les ouvrages de protection restent une option pertinente à certaines conditions. Les ouvrages de protection contre la submersion restent la seule option envisageable lorsque les enjeux sont trop importants et non relocalisables ou lorsqu'on ne peut pas mettre en place d'alternatives plus souples (*cf infra*). Cela dit, même lorsque les ouvrages de protection sont une option pertinente pour protéger les enjeux de la submersion, ils ne vont pas sans poser quelques difficultés.

D'après l'un des agents territoriaux interrogés, une première difficulté est d'ordre technique. Selon lui, l'Etat est propriétaire de certaines digues, mais a perdu l'habitude de piloter des grands travaux publics.

Une seconde difficulté est liée au statut des digues et à la responsabilité de leur entretien. Le rapport de la Cour des Comptes (2012) soulignait déjà que les ouvrages de protection étaient mal entretenus notamment parce que le gestionnaire de ces ouvrages était très souvent méconnu et qu'en conséquence personne ne prenait en charge l'entretien des digues. Les ouvrages de protection peuvent en effet avoir été construits par des particuliers, par les collectivités ou par l'Etat. La loi de 1807 relative au dessèchement des marais indique qu'il est de la responsabilité des propriétaires riverains de protéger leur bien contre les inondations et les submersions marines, sauf si l'Etat considère que l'ouvrage de protection sert l'intérêt général. La loi du 21 juin 1865 offre la possibilité pour les riverains de se réunir en associations syndicales afin de réaliser ou gérer des ouvrages de protection. La situation actuelle est l'héritage de ces différentes lois. D'après un agent territorial interrogé, on trouve des situations où un même ouvrage de protection peut appartenir à différents propriétaires pour différents segments de l'ouvrage.

Afin d'améliorer cette situation, les lois MAPTAM (2014) et de la loi NOTRe (2015) ont organisé le transfert de la compétence de gestion des ouvrages de protection aux

intercommunalités (métropoles, communautés urbaines, communautés d'agglomération, communautés de communes) en créant la nouvelle compétence de Gestion de Milieux Aquatiques et de Prévention des Inondations (GEMAPI)³³. A compter du 1^{er} janvier 2018, ces intercommunalités deviennent notamment responsables de la protection contre les inondations et contre la mer, ce qui comprend l'entretien et la réhabilitation des digues. D'après le ministère de l'environnement, « *toutes les digues existantes [...] seront reprises en gestion, quel qu'en ait été le maître d'ouvrage à l'origine, par les autorités locales compétentes en matière de prévention des inondations, mettant ainsi fin aux nombreuses situations de déshérence d'ouvrages qui ont été rencontrées sur le territoire et ont, bien évidemment, nuit à l'efficacité des protections mises en place* ». Cette nouvelle compétence serait censée faciliter la gestion des ouvrages de protection puisque les intercommunalités en deviendraient les seules gestionnaires. Pour permettre cela, il est possible de lever une nouvelle taxe Gemapi, d'un montant maximal de 40€/habitant, et qui financerait les actions inscrites dans le cadre de la nouvelle compétence.

Cependant, d'après un agent territorial interrogé, dans le cas où les collectivités choisiraient de lever la taxe Gemapi, les recettes générées « *ne permettraient de financer qu'un rechargement de sable par an* ». Un agent d'une DREAL précise qu'au sein de sa région, plus d'une centaine de réunions ont été organisées à ce jour avec les collectivités locales pour organiser ce transfert de compétence, mais que « *ça ne percole pas* ». Les collectivités n'auraient ni les capacités financières, malgré la possibilité de prélever une taxe *ad hoc*, ni les capacités techniques (ingénierie, savoir-faire).

Une autre difficulté réside dans le financement de ces ouvrages de protection. Sur ce point, les aléas érosion et submersion ne bénéficient pas du même traitement.

En ce qui concerne les ouvrages de protection contre la submersion, les intercommunalités ont la possibilité de lever une taxe GEMAPI afin de financer l'entretien des ouvrages de protection. Les départements et les régions peuvent également participer au financement des ouvrages. En Nouvelle-Aquitaine, la région ne finance que les projets dont l'utilité a été approuvée par les experts de l'Observatoire de la Côte Aquitaine, qui regroupe depuis plus de vingt ans des scientifiques pour fournir une expertise sur les risques littoraux. L'Etat peut également financer des ouvrages de protection. Enfin, l'Union Européenne peut également financer des ouvrages de protection à travers le fonds FEDER. Les principaux dispositifs de financement des ouvrages de protection (construction ou confortement) sont les Programmes d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI) et le Plan Submersion Rapide (PSR).

Les PAPI ont été lancés en 2003. Il s'agit d'une contractualisation entre l'Etat et les collectivités locales permettant de réaliser des programmes d'études ou de travaux de prévention des inondations³⁴. Un PAPI doit permettre la mise en œuvre d'une politique intégrée à l'échelle des bassins de risque. Le confortement d'ouvrages de protection fait partie des actions pouvant être éligibles à la labellisation PAPI. Le PSR a été lancé en 2011, après la tempête *Xynthia* et les inondations dans le Var, pour une durée de 6 ans (2011-2016). Il s'agit d'un dispositif

³³ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/gestion-des-milieux-aquatiques-et-prevention-des-inondations-gemapi>

³⁴ On distingue différents types d'inondation : crue ou débordement de cours d'eau, ruissellement en surface, submersion marine, remontée de nappe phréatique, rupture d'ouvrage, débordement de lac, rupture de poche glaciaire, réseau d'eaux pluviales, etc.

d'urgence. Plusieurs objectifs étaient visés : la maîtrise de l'urbanisation et l'adaptation du bâti existant, l'amélioration de la connaissance des aléas et des systèmes de surveillance, de prévision, de vigilance et d'alerte, l'amélioration de la fiabilité des ouvrages de protection et l'amélioration de la résilience des populations. Ce plan était doté de 500 millions d'€ de crédits de l'Etat provenant du fonds Barnier (FPRNM). A la fin 2016, on compte 133 programmes labellisés « PAPI » ou « PSR », pour un montant de 1680 millions d'euros, dont 658 d'aide de l'Etat, principalement issus du fonds Barnier. Parmi ces projets, 41 concernent la prévention des submersions marines (29 PAPI et 12 PSR) pour un total de 486 millions d'euros et 264km d'ouvrages de protection (MTES, 2017). On peut par exemple citer le PAPI de la baie du Mont Saint Michel (14 millions d'euros dont 12 de travaux, dont une participation au financement de 5.8 millions d'euros par l'Etat, 2.7 millions d'euros par le Conseil Département d'Ille-et-Vilaine) qui vise notamment le rehaussement de la digue de la Duchesse Anne, ou le PAPI de l'Ile de Ré, dont le coût des travaux est de 45 millions d'euros, avec une répartition du financement entre l'Etat (40%), le Conseil Général (20%), le Conseil Régional (20%), et la Communauté de Communes (20%) et qui permettra la construction ou le rehaussement de onze digues.

Il n'existe pas de dispositif équivalent pour financer les ouvrages de maintien du trait de côte. Jusqu'à présent, les ouvrages de protection étaient financés dans le cadre de partenariat avec l'Etat, la région ou le département. Les propriétaires privés pouvaient également se réunir en association pour financer leur propre digue, comme cela a été le cas à la pointe du cap Ferret dans le bassin d'Arcachon. Aujourd'hui, il devient de plus en plus difficile de trouver des financements pour les ouvrages de maintien du trait de côte, parce que les collectivités et les services de l'Etat ne considèrent plus l'enrochement comme une solution pérenne pour lutter contre l'érosion. Certaines collectivités ont aujourd'hui fait le choix de ne plus financer les ouvrages de maintien du trait de côte. Le Conseil Régional de Nouvelle-Aquitaine a décidé de ne pas participer au financement du confortement de l'ouvrage de protection de Lacanau après les tempêtes de 2014 (Mineo-Kleiner et Meur-Ferec, 2016).

La question des financements de ces ouvrages est d'autant plus pertinente que la construction ou le confortement d'ouvrages présentent des coûts très élevés. Le CEPRI (2016) fournit des estimations de coût : 1.8 million€/km pour une digue en enrochement, 2500€ /mètre linéaire pour un épis, de 4000€/mètre linéaire à 6000€/mètre linéaire pour un brise-lame, coût auquel il faut rajouter entre 3 et 5% du coût de construction pour l'entretien.

Enfin, l'impact sur l'environnement et les écosystèmes de ces ouvrages de protection n'est pas négligeable (modification de l'état des masses d'eau, rupture de la continuité écologique, etc.), même s'il a été longtemps ignoré. D'après le GIP Littoral, « *plus que l'érosion côtière, c'est la lutte contre l'érosion côtière qui constitue une menace pour la biodiversité et les fonctionnalités des écosystèmes* » (GIP Littoral Aquitain, 2012). En effet, les écosystèmes peuvent s'adapter au recul du trait de côte, à condition qu'il ne soit pas trop rapide. Cela est plus difficile si le trait de côte a été fixé par un ouvrage de protection. Les ouvrages sont donc à restreindre aux zones déjà artificialisées, où l'impact sur la biodiversité sera le plus faible. Aujourd'hui, le financement des PAPI est conditionné à la réalisation d'une analyse environnementale de l'ouvrage ainsi qu'à des propositions de mesures pour réduire ses impacts environnementaux ou les compenser.

2.2 Des moyens souples destinés à maintenir le trait de côte ou à accompagner son recul

Nous avons choisi de regrouper dans une même section des méthodes qui visent à maintenir le trait de côte (recours au rechargement de plage, végétalisation) et des méthodes qui consistent à accepter ce recul et à l'accompagner (dépoldérisation, laisser-faire et renaturation). Ce regroupement est partagé par certains acteurs et auteurs, tandis que d'autres préfèrent regrouper dans une même catégorie gestion douce et gestion « dure » du trait de côte (par des ouvrages de protection) car dans les deux cas, l'objectif est de maintenir le trait de côte à une position donnée. De plus, le caractère « doux » de certaines méthodes est contestable. On peut penser par exemple au rechargement de plage qui engendre un important transport routier pour l'apport de sédiments ou un prélèvement de sédiments dans les fonds marins, ce qui peut nuire à la biodiversité. A l'inverse, certaines techniques « dures » peuvent être considérées comme douces. Par exemple, dans le cas d'un risque d'éboulement de falaise, intervenir uniquement sur la zone menaçant de s'effondrer à l'aide d'un renforcement localisé peut être considéré comme une méthode douce étant donné la faible empreinte spatiale de la technique utilisée.

Par ailleurs, la frontière entre les trois sous-catégories considérées ici (solutions fondées sur la nature, dépoldérisation et renaturation, et rechargement de plage) est floue, d'autant plus qu'il est fréquent que ces solutions soient utilisées de façon combinée. On peut par exemple supprimer des enrochements (dépoldérisation) et reconstituer une dune par apports de sédiments (rechargement) puis végétalisation (solutions fondées sur la nature).

2.2.1 Les solutions fondées sur la nature, qui sont à développer

Le concept de « solution fondée sur la nature » ne vient pas du monde académique mais du monde institutionnel. L'UICN le mobilise pour la première fois en 2009, lors de la COP 15 de Copenhague pour parler du rôle des forêts. En Europe, la Commission Européenne s'est aujourd'hui saisie du concept. En France, le Comité Français de l'UICN l'a également adopté. L'ONERC consacrera son rapport annuel aux solutions fondées sur la nature. Le PNACC2 donne également la priorité aux SFN.

L'UICN définit les solutions fondées sur la nature 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* ». Cette définition a été adoptée lors du Congrès Mondial de l'UICN de 2016. Aujourd'hui, il est nécessaire d'accompagner cette définition de critères qui permettent de caractériser les SFN. Ces critères seront présentés lors du Congrès Mondial de l'UICN de 2020, qui se tiendra à Marseille.

Pour la lutte contre l'érosion, il existe une multitude de solutions fondées sur la nature. En ce qui concerne l'ancienne région Aquitaine, l'Evaluation Française des Ecosystèmes et des Services Ecosystémiques (EFESE) a identifié les écosystèmes qui permettent de réguler l'évolution du trait de côte : les barres sableuses, les plages, les dunes et la forêt dunaire. Les actions qui visent à protéger ou à restaurer ces écosystèmes lorsqu'ils sont dégradés sont des solutions fondées sur la nature. Aux écosystèmes identifiés par l'EFESE pour la côte sableuse

aquitaine, on peut rajouter les herbiers (de posidonies pour la Méditerranée et de zostères pour l'Atlantique), et les côtes rocheuses.

La végétalisation des dunes consiste à implanter des végétaux sur les dunes, afin de maintenir ces dernières. Les plantes utilisées permettent de fixer les sédiments à leurs racines. L'espèce emblématique des dunes est l'Oyat, particulièrement utilisée en France, est aussi présente naturellement. Ces dernières années, l'Agropyron a également connu un important développement sur les côtes françaises. Cette espèce est particulièrement résistante à la salinité.

On peut également végétaliser les falaises afin de les stabiliser. Les racines peuvent retenir le terrain, agripper les substrats et limiter les mouvements rocheux. Les végétaux permettent aussi de ralentir la vitesse de ruissellement des eaux continentales. Ils permettent de limiter l'infiltration au profit de l'évapotranspiration. La végétalisation permet également d'avoir un impact paysager très positif.

Les herbiers permettent de lutter contre l'érosion des côtes sableuses, en ralentissant la houle. Les herbiers de posidonies sont des plantes à fleur qui perdent leurs feuilles. Celles-ci se retrouvent sur les plages, et limitent ainsi l'action des vagues sur la plage. En Méditerranée, on trouve les herbiers de posidonies, tandis que l'on trouve les herbiers de zostères en Atlantique. Ces herbiers permettent de piéger du carbone, de purifier l'eau, servent de nurserie à de nombreuses espèces de poisson, et produisent de l'oxygène. En Méditerranée, les herbiers de posidonies abritent 25% des espèces animales.

Malgré tous les services écosystémiques fournis par les herbiers, ceux-ci sont souvent en mauvais état. En Méditerranée, ils sont notamment menacés par le mouillage des bateaux de plaisance, car les ancres des bateaux arrachent les fonds auxquels ils se fixent. D'après la définition des solutions fondées sur la nature, il convient dans un premier temps de restaurer les écosystèmes lorsque ceux-ci ne sont pas en bonne santé. Pour les herbiers, il est donc nécessaire de lutter contre les causes de leur dégradation. Plusieurs initiatives commencent à émerger. Sur la baie du Rayol Canadel (Var), 120 mouillages dans le sable ont été installés afin de permettre aux plaisanciers de s'amarrer à ces points de mouillage, et d'éviter ainsi de détruire les herbiers. Les plaisanciers peuvent localiser ces points de mouillage grâce à leurs coordonnées GPS. D'autres territoires mettent aujourd'hui en place des Zones de Mouillage en Equipement Léger (ZMEL) (Var, Finistère, Hérault, etc.). L'objectif principal de ces ZMEL est bien de limiter l'impact du mouillage sur les herbiers. Les autorités peuvent également choisir de limiter les zones de mouillage, dans l'espace ou dans le temps. La préfecture maritime de Méditerranée envisage de limiter le mouillage à certaines zones³⁵.

Une des missions d'intérêt général confié par l'Etat à l'Office National des Forêts (ONF) est la protection et la gestion des dunes sur le littoral Atlantique. L'ONF gère plus de 378 km de dunes sur la façade Atlantique. Près de 160 personnes sont mobilisées pour ce travail au sein de l'ONF. L'ONF recourt à trois techniques de gestion souple : les couvertures de branchages, les brise-vents et les plantations. En 2018, l'ONF a mis en place 13.2 km de brise-vent, 28.3 ha de couvertures de branchages, 7.62 ha de plantations, 3.7 ha d'écêtage et de remodelage de

³⁵ https://www.premar-mediterranee.gouv.fr/uploads/ckeditor_storage/mediterranee/Consultation%20Public/Projet%20arr%C3%AAt%C3%A9%20V2.pdf

dunes et 29 km de clôtures³⁶. L'ONF vient également de publier un « Guide de gestion des dunes et des plages associées », en collaboration avec le CEREMA et le BRGM, afin de servir de référence pour les gestionnaires qui souhaiteraient mettre en place une gestion souple des dunes (Gouguet, 2018).

Il semblerait que les SFN pâtissent du fait que les habitants se sentent moins protégés par des SFN que par des solutions d'ingénierie civile (digues, etc.). Un premier défi à relever est donc de montrer l'efficacité de ces SFN. Il faut également convaincre les élus que les SFN peuvent être une solution à mettre en œuvre sur leur territoire. D'après une personne interrogée, le transfert de la compétence Gemapi est une opportunité puisque les intercommunalités auront à gérer le risque inondations et la gestion des milieux aquatiques, et pourront donc être sensibilisés à la mise en place de SFN.

Pour convaincre habitants et élus, l'UICN cherche à mettre en avant les nombreux bénéfices des SFN par rapport à une lutte par des ouvrages en dur. Ces solutions sont souvent peu coûteuses en comparaison des ouvrages de protection. Le CEPRI (2016) fournit quelques estimations des coûts de différentes options de gestion souple du trait de côte : de 230 à 400€/mètre linéaire pour la création d'un cordon dunaire, 75€/mètre linéaire pour la restauration d'un cordon dunaire, 75€/mètre linéaire pour la végétalisation, de 7 à 45€/mètre cube pour un rechargement de plage. Par comparaison avec les ouvrages de protection, le coût des solutions de gestion souples sont beaucoup plus faibles (1.8 million d'euros / km pour une digue en enrochement, 2500€/mètre linéaire pour un épi, de 4000€/mètre linéaire à 6000€/mètre linéaire pour un brise-lame).

La protection, la gestion et la restauration des écosystèmes peuvent entraîner de nombreux co-bénéfices. Les écosystèmes fournissent divers services écosystémiques. Protéger les écosystèmes dans l'objectif de maintenir le trait de côte peut donc s'accompagner d'une amélioration d'autres services écosystémiques. Les herbiers de posidonie permettent de limiter le recul des côtes sableuses en Méditerranée. Limiter la destruction de ces herbiers permet donc de limiter le recul du trait de côte. Mais la posidonie produit également de l'oxygène, améliore la qualité de l'eau, offre un habitat à de nombreuses espèces. La protection des herbiers s'accompagne donc d'autres bénéfices pour les écosystèmes. Les solutions fondées sur la nature peuvent également modifier les paysages et améliorer l'attractivité du territoire (tourisme, etc.). Enfin, l'UICN met également en avant l'adaptabilité et la flexibilité de ces solutions.

Le Fonds Barnier ne finance pas ce type de mesures de gestion douce, parce qu'elles sont principalement conçues pour lutter contre l'érosion et que cet aléa n'est pas pris en charge par le fonds Barnier. Ces mesures peuvent être prises en charge si elles font partie d'un PAPI. L'Union européenne peut également financer de telles mesures via le fonds FEDER (CEPRI, 2016).

2.2.2 Les atouts du laisser-faire et de la renaturation

L'option du « laisser-faire » consiste à laisser le trait de côte mobile et à laisser les phénomènes d'élévation du niveau de la mer, d'érosion et de submersion affecter les lieux. Les espaces

³⁶ <https://www.breizh-info.com/2019/05/21/119441/facade-atlantique-onf-protection-dune>

concernés par cette option peuvent être des espaces naturels ou artificialisés, tels des polders, qu'on choisirait de renaturaliser. Dans ce dernier cas, on parle de dépoldérisation. Il peut alors s'agir de créer volontairement des brèches dans les ouvrages de protection afin de laisser entrer la mer, ou bien de supprimer entièrement les ouvrages.

Les réflexions autour de la dépoldérisation ont commencé en Allemagne dans les années 1980, puis se sont étendues aux Pays-Bas, à l'Angleterre et à la France. Cette option présente de nombreux avantages. D'une part, et par rapport à la solution de l'enrochement, cela permet de préserver la biodiversité, voire même d'offrir de nouveaux habitats pour les espèces benthiques, les poissons et l'avifaune. En effet, la dépoldérisation entraîne une modification du milieu par resalinitisation de celui-ci, ce qui permet à certains habitats de se reconstituer (Bawedin, 2004).

La première expérience de dépoldérisation menée par le Conservatoire du Littoral à l'Aber de Crozon (baie de Douarnenez, Bretagne) en 1981 a mis en évidence l'apparition d'une nouvelle zone de nurserie et le retour d'une vingtaine d'espèces de poissons dans la lagune. D'autre part, en permettant à la mer d'envahir les terres, cela crée un espace-tampon, qui absorberait l'énergie de la mer et des tempêtes, et permettrait ainsi de protéger les espaces environnants qui abriteraient potentiellement des enjeux bâtis. Enfin, en comparaison de la lutte active contre la mer, le coût de cette option de gestion est relativement faible, voire très faible.

Le Conservatoire du Littoral a lancé en 2015 le projet « Adapto – vers une gestion souple du trait de côte » qui vise à expérimenter l'option de dépoldérisation sur dix sites pilotes (*cf* Figure 9). La plupart du temps, les digues présentes sur les sites pilotes sont en mauvais état ou ne sont plus suffisantes pour lutter contre les assauts de la mer. Ces situations offrent donc l'opportunité d'expérimenter d'autres modes de gestion du trait de côte. En baie d'Authie (Somme), il s'agit à la fois de supprimer une digue de premier rang afin de reconstruire une zone d'expansion des crues, d'utiliser les dunes et les marais maritimes comme espaces tampons et de reconnecter certains polders avec l'estuaire. Sur l'estuaire de l'Orne (Calvados), il s'agit de supprimer une digue, de décroiser les marais et polders attenants à l'Orne, de redonner un caractère maritime au marais, et de retourner à une végétation de prés-salés. En Baie de Lancieux (Côtes d'Armor), le projet Adapto consiste à reculer les digues et redonner un caractère maritime à la baie, en laissant rentrer l'eau salée dans les marais. Pour le site des Vieux Salins d'Hyères (Var), le projet consiste à supprimer les enrochements et à renaturer le trait de côte).



Figure 9 - Sites retenus pour le projet Adapto

A l'heure actuelle, la première des difficultés identifiées est l'acceptabilité de la mesure. Les élus et les habitants sont quelques fois réticents à l'idée de laisser la mer recouvrir leur territoire. Cela peut être vécu comme une défaite face à la mer, sentiment renforcé par le vocabulaire utilisé pour décrire la dépoldérisation (« recul », « abandon », « laisser-faire », etc.). Les élus craignent qu'un tel programme soit perçu par leurs administrés comme une action « faible » par comparaison avec la construction d'un ouvrage en dur qui serait une action « forte ». En outre, les habitants et les élus ne perçoivent pas forcément les autres dimensions positives de la dépoldérisation.

Pour mettre en avant ces cobénéfices, le Conservatoire du Littoral a recours à l'approche paysagère, qui permet de mettre en scène les évolutions du territoire. Sur le site expérimental de la baie de Lancieux, le Conservatoire a fait appel à l'Ecole Nationale des Paysages de Versailles pour proposer des scénarios d'évolution de la baie et mettre en valeur les attraits de la renaturation (par exemple un attrait touristique renouvelé par de nouvelles promenades). D'après Bazin et Olivry (2017), le recours à la concertation et à l'approche paysagère permet de surmonter certaines résistances à la dépoldérisation et de faire apparaître les opportunités écologiques et socio-économiques de la renaturation.

Le Conservatoire du Littoral est un établissement public créé en 1975 placé sous la tutelle du ministère de l'environnement, et dont l'objectif est la protection du littoral. Pour cela, le Conservatoire du Littoral acquiert des terrains (naturels, agricoles ou bâtis) et les maintient ou les remet à l'état naturel. Ces terrains deviennent inaliénables. L'objectif du Conservatoire est d'acquérir un tiers du littoral français, soit 320 000 ha protégés en 2050. En 2017, le Conservatoire était propriétaire d'environ 15% du linéaire côtier.

Le financement du Conservatoire du Littoral repose sur le Droit Annuel de Francisation des Navires (DAFM). Tous les navires de plus de sept mètres s'acquittent d'une taxe afin de pouvoir porter le pavillon français. En 2017, ce DAFT représentait environ 38 millions d'€, sur un budget total d'environ 55 millions d'€. Le reste du budget repose sur différents partenariats. Les deux tiers de ce budget sont utilisés pour l'acquisition des propriétés, et un tiers sert à la mission de propriétaire qui incombe au Conservatoire (gites, phares, sémaphores, etc.).

En 2004, une étude a estimé à 20% la part du domaine du Conservatoire du Littoral qui sera potentiellement submergé plus ou moins fréquemment entre 2050 et 2100 (Clus-Auby, Paskoff, et Verger, 2004). Cette étude prenait comme hypothèse une élévation du niveau de la mer de 44cm en 2100. La politique du Conservatoire vis-à-vis de l'élévation du niveau de la mer est de continuer à acquérir des terrains même s'ils sont potentiellement menacés de submersion ou d'érosion. La gestion souple du trait de côte est l'option privilégiée par le Conservatoire.

L'adaptation au changement climatique fait aujourd'hui partie des priorités du Contrat d'Objectifs et de Performance établi entre l'Etat et le Conservatoire.

2.2.3 Les coûts élevés des rechargements de plage et autres techniques artificielles de lutte contre l'érosion

Dans cette partie, nous reprenons en grande partie les éléments du Panorama des solutions douces de protection des côtes publié par le Réseau Atlantique pour la Prévention et la Gestion des Risques Littoraux (2012).

Le rechargement de plage consiste à alimenter une plage en situation de déficit sédimentaire par des sédiments provenant de l'extérieur de la cellule hydro-sédimentaire. Les sédiments sont répartis et étalés sur la plage par des engins de travaux. C'est une technique qui est fréquemment utilisée aux Etats-Unis, en Espagne, en Italie, et par certaines communes françaises. Il peut s'agir d'un rechargement ponctuel ou d'un rechargement saisonnier (après l'hiver et les tempêtes et avant le début de la saison touristique). Le coût de prélèvement et d'acheminement des sédiments, qui peuvent être prélevés à terre ou en mer, peut être très élevé. Cette technique n'est pas une solution pérenne puisqu'il faut régulièrement réalimenter la plage en sédiments. Elle ne vise pas à stopper le phénomène d'érosion mais à en limiter les effets en compensant les pertes de sédiments par un apport extérieur. Les impacts sur la biodiversité sont mal connus mais sont probablement non négligeables. L'efficacité de cette technique repose sur la disponibilité de la ressource en sédiments, qui se fait de plus en plus rare (CGDD et UICN, 2018).

La commune de Treffiagat-Léchiagat (Finistère) a par exemple récemment conforté 140 m de dunes grâce au rechargement de plage. Pour cela, 2 300 mètres cube de sable issus d'une plage située à proximité (1.5 km) ont été livrés par 250 rotations de camion. Le coût de ses travaux

s'est élevé à environ 37 000€, cofinancés par la commune et le conseil départemental³⁷. La commune de Lacanau a également estimé ses besoins en rechargement de sable pour protéger 1.2km de front de mer. Le montant du rechargement s'élève à 250 000€, soit un investissement de 6.2 millions d'euros à horizon 2040 (CGDD et UICN, 2018).

L'EFESE a comparé les coûts de différents modes de gestion des côtes sableuses. Les coûts de rechargement en sable sont environ 100 fois supérieurs aux coûts associés à la gestion des écosystèmes dunaires : 540 €/m linéaire et par an pour le rechargement de plage contre 5.4€/mètre linéaire et par an pour la gestion des écosystèmes dunaires (CGDD et UICN, 2018). Les auteurs précisent que ce rapport pourrait être encore plus favorable à l'option de la gestion des dunes si l'on prenait en compte les autres services rendus par un écosystème dunaire en bon état écologique.

Les ouvrages géotextiles sont des toiles perméables en fibres synthétiques sous forme de sacs ou de boudins. Ils sont utilisés pour retenir le sable sur les plages, et éventuellement pour reconstituer une dune. Ces ouvrages ont un impact visuel faible car ils sont rapidement recouverts de sable. Ils sont réversibles, faciles à mettre en place, et moins coûteux que les ouvrages de génie civil. Ils perturbent peu les écosystèmes. Cependant, ces ouvrages géotextiles, en retenant localement le sable, accentuent le phénomène d'érosion dans les zones voisines. De plus, ils nécessitent un entretien régulier, notamment en période estivale où ils peuvent être dégradés par les usagers des plages.

Les récifs artificiels sont implantés sur l'avant-côte ou l'avant-plage et ont pour objectif de diminuer l'action des vagues. Ils sont souvent constitués de boudins géotextiles, mais peuvent également être en béton, ou en tout-venant. Ils limitent la dérive littorale et donc également l'érosion. Contrairement aux brise-lames, ils permettent une agitation de l'eau, maintenant ainsi sa capacité d'auto-épuration. Ils peuvent également servir d'habitat à toute une série d'espèces animales ou végétales, contribuant ainsi à enrichir la biodiversité. Les récifs artificiels sont adaptés aux côtes à faible marnage.

Les pieux hydrauliques sont des pieux en bois plantés verticalement dans le sol. Ils peuvent être implantés parallèlement ou perpendiculairement au rivage. Ils permettent de restreindre le déplacement des sédiments, et freinent ainsi l'érosion. Ils sont faciles à mettre en place et peu onéreux. En revanche, l'efficacité de cette technique n'est pas toujours démontrée. De plus, les pieux peuvent être dangereux pour la navigation s'ils sont détruits et emportés au large.

Le by-pass ou pontage sédimentaire vise à rétablir la dynamique naturelle des sédiments lorsque celle-ci est bloquée par un obstacle naturel ou anthropique (digue, épis, port, etc.). Le by-pass peut être hydraulique (système de succion d'un mélange de sable et d'eau en amont de l'obstacle et de refoulement en aval, dans une conduite hydraulique), mécanique (acheminement de sédiments par camion) ou maritime (dragues). Ces deux dernières techniques sont coûteuses et peuvent être nocives pour les écosystèmes.

Les couvertures de débris végétaux servent à maintenir les sédiments sur les plages. Les techniques les plus utilisées sont les couvertures planes d'espèces à branchage fins (buissons de genets, de bruyères à balais, etc.) et les couvertures mécaniques d'espèces à gros branchages

³⁷ <https://www.letelegramme.fr/finistere/treffiatgat-lechiagat/littoral-confortement-dunaire-sur-140-m-23-02-2019-12215571.php>

(pin maritime, chêne vert, ...). Ces techniques permettent de limiter l'érosion éolienne (causée par le vent). D'autre part, les couvertures de végétaux constituent un apport de matière organique qui peut permettre l'apparition de nouvelles espèces végétales. Elles peuvent avoir un effet dissuasif sur les usagers des plages, limitant le piétinement. Cependant, les couvertures de débris végétaux peuvent favoriser l'apparition de plantes rudérales (préférant les sols riches en nutriments) au détriment des plantes originelles.

Certaines communes commencent à avoir de plus en plus recours aux couvertures de débris végétaux. Après Noël, ces communes invitent les habitants à venir déposer leur sapin de Noël sur la dune. On peut citer l'initiative « Mon sapin dans la dune » lancée par la communauté de communes de la région d'Audruicq qui a collecté en porte à porte et en déchèterie les sapins, afin de les déposer en pied de dunes³⁸. Sur l'île de Ré (Charente-Maritime), une association a collecté les sapins de Noël chez les particuliers. Au total, ce sont 200 mètres cube de sapins qui ont été déposés³⁹.

D'autres communes renoncent à ramasser les feuilles mortes de posidonies (appelées banquettes) qui recouvrent les plages ou les bois morts échoués sur la plage. Habituellement, les communes les ramassent pour préparer la venue des baigneurs, qui les considèrent souvent comme des déchets. Mais certaines d'entre elles ont pris conscience de l'utilité de les laisser quelques semaines de plus pour limiter l'érosion éolienne. Par exemple, sur la commune de Saint-Agulf (Var), le Conservatoire du Littoral a mené une expérience de « jachère forcée », qui consiste à ne plus ramasser les bois morts qui jonchent le sable. En 2018, cette expérience a permis à la plage de regagner 50m⁴⁰. En plus de limiter l'érosion des plages, les banquettes de posidonies constituent un habitat pour des micro-organismes et des crustacés, qui sont eux même des proies pour les oiseaux marins, et sont une source de carbone et de nutriments vers l'arrière-plage (Martin, 2017).

Globalement, les solutions fondées sur la nature et la gestion souple du trait de côte sont à la fois moins coûteuses, ont moins d'impacts sur les écosystèmes, et offrent d'importants avantages en termes de services écosystémiques. Elles ne sont cependant pas adaptées à toutes les situations (la gestion dunaire par la végétalisation ou les ganivelles ne ralentit que l'érosion éolienne, les champs d'expansions des submersions ne fonctionnent que dans les secteurs de marais maritimes ou de polders non urbanisés...) Les SFN sont donc à mettre en œuvre partout où cela est possible, mais elles n'offrent pas le même niveau de sécurité que les ouvrages où les rechargements, elles ne peuvent donc pas être mises en œuvre seules dans les zones à forts enjeux humains, sauf à être combinées avec le repli stratégique.

2.3 La minimisation de la vulnérabilité des territoires, un objectif nécessairement prioritaire de la réglementation de l'urbanisation

La réglementation de l'urbanisme doit viser à limiter l'implantation de nouveaux enjeux sur les portions du littoral menacées par l'érosion ou la submersion, afin de réduire la vulnérabilité des territoires. L'objectif de maîtrise de l'urbanisme en zone à risque a été réaffirmé à travers la

³⁸ <https://www.lavoixdunord.fr/584101/article/2019-05-16/les-sapins-de-noel-pour-protoger-le-cordon-dunaire-ont-ete-poses>

³⁹ https://www.francetvinfo.fr/monde/environnement/ile-de-re-des-sapins-de-noel-contre-l-erosion_3184467.html

⁴⁰ <https://france3-regions.francetvinfo.fr/provence-alpes-cote-d-azur/var/frejus-et-saint-raphael/var-saint-aygulf-plage-est-laissee-friche-lutter-contre-erosion-1644586.html>

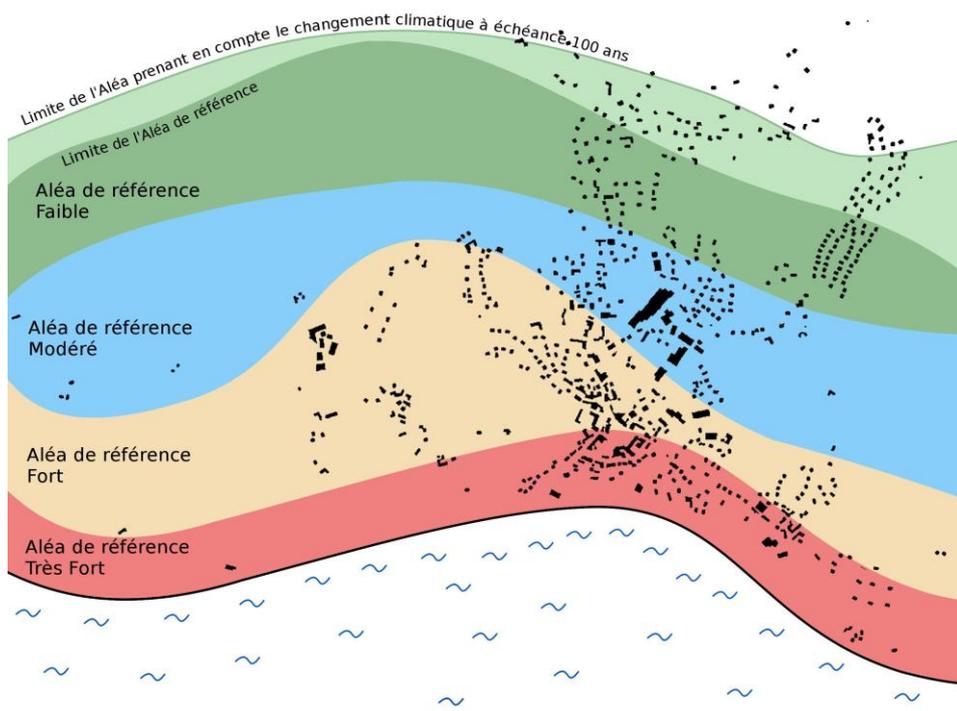
SNGITC, dans son troisième principe qui affirme que « *l'implantation de biens et d'activités dans les secteurs où les risques littoraux sont forts doit être arrêtée* ». Il s'agit donc d'une mesure transversale et « sans regret » à mettre en œuvre dans tous les territoires à risques, en combinaison avec le mode de gestion le plus approprié (protection dure, souple, SFN ou repli).

Si la délivrance des permis de construire revient au maire, l'Etat joue un rôle important, notamment par le biais de l'élaboration des Plans de Prévention des Risques (PPR), qui visent à réglementer l'usage du sol en fonction des risques anticipés (section 2.3.1). En l'absence de PPR ou pour aller plus en avant de leur prescription, les maires disposent également de la possibilité de geler l'urbanisme de leur commune (section 2.3.2).

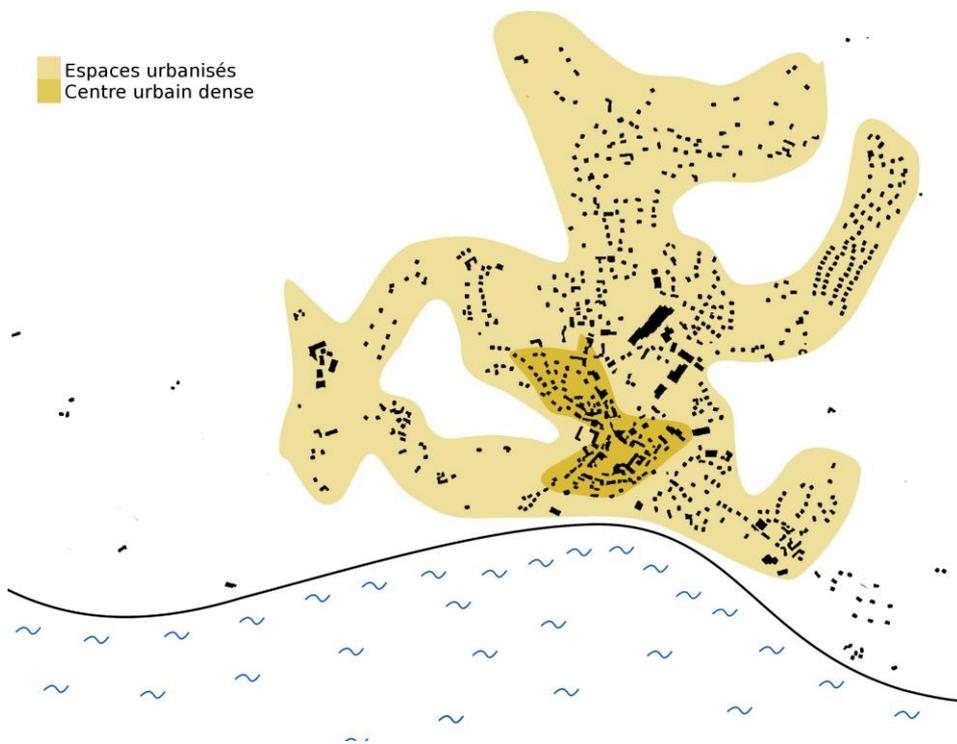
2.3 .1 La réglementation de l'urbanisme portée par l'Etat : les PPRL

Les PPR datent de la loi du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement, dite loi Barnier. Ils couvrent une multitude de risques naturels (inondation, incendie, avalanche, mouvement de terrain, submersion marine et érosion), technologiques ou miniers. Ils sont prescrits et approuvés par le préfet du département et réalisés par les services de la DDTM, en association avec les communes concernées.

Un PPR est constitué de trois parties (*cf* Figure 10). La première est la cartographie des aléas. Elle consiste en l'élaboration de scénarios d'aléa et de cartes des zones touchées par la submersion, l'érosion ou les mouvements dunaires en fonction de ces scénarios d'aléa. La seconde partie consiste en une cartographie des enjeux. Enfin, la troisième partie est celle du zonage réglementaire, établi à partir de la superposition de la cartographie des aléas et de la cartographie des enjeux. Le zonage réglementaire attribue à chaque parcelle de la commune un ensemble de règles concernant l'autorisation ou l'interdiction de construction neuve et de modification du bâti existant (extension, rénovation, etc.) ainsi que la réduction de la vulnérabilité pour les bâtiments existants (voir *infra*).



(a) Cartographie des aléas



(b) Cartographie des enjeux

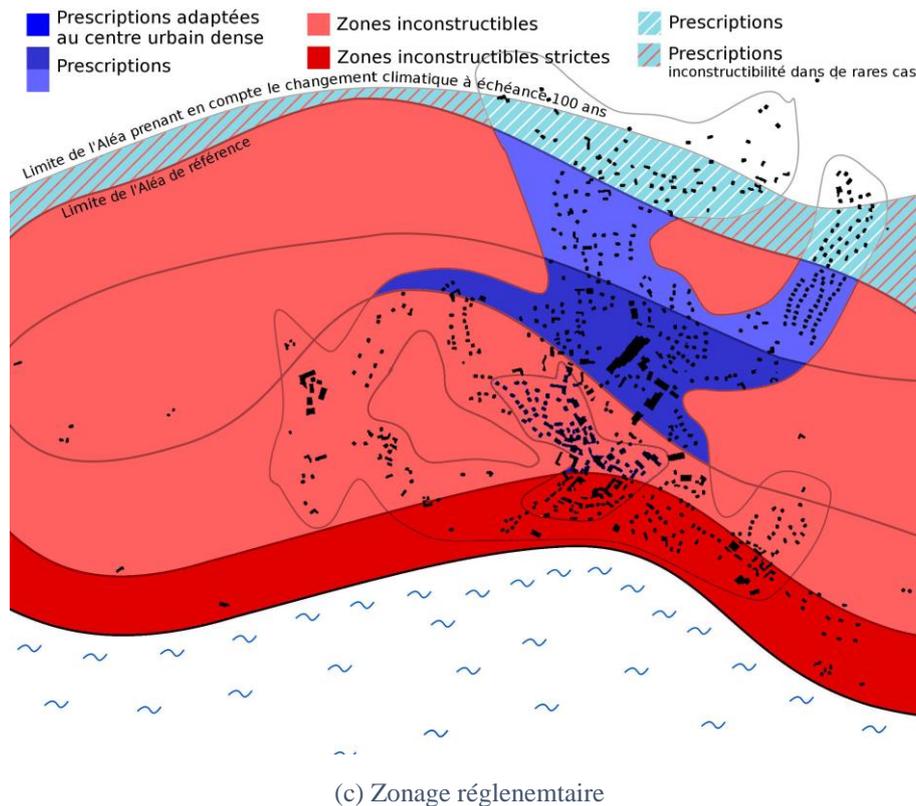


Figure 10 - Etapes de cartographie d'un PPR
Source : DGPR (2014)

La tempête *Xynthia* a été un accélérateur de la politique de prévention des risques par la réglementation de l'urbanisme. En effet, la Cour des Comptes (2012) fait apparaître d'une part que de nombreuses zones à risque ne sont pas couvertes par un PPR, et d'autre part que certaines procédures d'élaboration ont été interrompues ou se sont fortement ralenties, parce que les maires se sont régulièrement opposés à l'adoption des plans de prévention des risques et parce que les services des préfets ont accepté un allongement de ces procédures.

Le ministère de l'environnement reconnaît également que la tempête *Xynthia* a mis en évidence une couverture insuffisante des territoires par des plans de prévention des risques. En 2011, deux circulaires visent à accélérer le rythme de généralisation des PPR et à prendre en compte le changement climatique dans l'élaboration de ces plans. Celle du 2 août 2011 désigne 303 communes prioritaires dans la mise en œuvre d'un plan de prévention des risques littoraux (PPRL) devant être approuvé avant 2014. Celle du 27 juillet 2011 relative à la prise en compte du risque de submersion marine dans les PPRL précise les modalités de prise en compte du changement climatique et de l'élévation du niveau de la mer dans l'élaboration des PPRL. Le guide méthodologique d'élaboration des PPRL a été mis à jour par la DGPR en 2014, la version précédente datant de 1997. Ce guide valide les principes de prise en compte du changement climatique définis par la circulaire du 27 juillet 2011.

La nouvelle doctrine d'élaboration des PPRL consiste d'une part à prendre comme événement de référence un événement centennal ou l'événement historique le plus fort connu et d'autre part à prendre en compte le changement climatique à court-terme et à long terme. La cartographie des aléas considère donc l'aléa de référence qui est l'événement de référence auquel est ajoutée une augmentation du niveau de la mer de 20 cm ; ainsi que l'aléa prenant en

compte le changement climatique à échéance 100 ans, qui est l'évènement de référence auquel est ajoutée une augmentation de 60cm du niveau de la mer. Le zonage réglementaire varie en fonction des enjeux, du niveau de l'aléa et de l'horizon temporelle considéré. Le Tableau 2 reprend les règles du zonage.

| Nature de la zone | Aléa de référence | | |
|-------------------|-------------------|---------------|-------|
| | Faible | Modéré | Fort |
| Naturelle | Rouge | Rouge | Rouge |
| Urbaine | Bleu | Bleu ou Rouge | Rouge |

| Nature de la zone | Aléa de référence | Aléa horizon 100 ans | | |
|-------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------|
| | | Faible | Modéré | Fort/Très fort |
| Naturelle | Nul | Bleu | Rouge ou Bleu | Rouge |
| | Faible | Rouge | Rouge | Rouge |
| | Modéré | | Rouge | Rouge |
| | Fort/Très fort | | | Rouge |
| Urbaine | Nul | Bleu | Bleu | Bleu |
| | Faible | Bleu | Bleu | Bleu |
| | Modéré | | Bleu ou Rouge | Bleu ou Rouge |
| | Fort/Très fort | | | Rouge |

Tableau 2 - Zonage en fonction de l'aléa, de la nature de la zone et de l'horizon temporelle

Dans les zones rouges, les constructions neuves sont interdites. Dans les zones bleues, les constructions sont autorisées en respectant un ensemble de prescriptions. Le Tableau 2 montre que quel que soit le niveau de l'aléa de référence, une zone naturelle deviendra inconstructible. En zone déjà urbanisée, lorsque l'aléa est faible ou modéré, les constructions neuves peuvent être autorisées sous condition, mais elles sont interdites lorsque le niveau de l'aléa est fort.

Dans ce dispositif, la prise en compte du changement climatique à échéance 2100 ne vient pas perturber les constructions neuves dans les zones déjà urbanisées. En effet, pour les zones déjà concernées par l'aléa de référence, les règles de construction ne sont pas modifiées (les zones bleues restent bleues, les zones rouges restent rouges), tandis que pour les zones uniquement concernées par un aléa à 2100 (c'est-à-dire quand l'aléa de référence est nul), les constructions neuves sont autorisées à condition de respecter les préconisations (zone bleue). En revanche, pour les zones naturelles, la prise en compte de l'aléa 2100 permet de rendre inconstructibles des zones non concernées par l'aléa de référence.

Ces distinctions de traitement entre zone urbaine et zone naturelle visent sans doute à ne pas trop contraindre le développement de la commune sur la base d'un aléa 2100. Les constructions neuves sont donc autorisées à condition de répondre certaines exigences (existence d'un espace refuge, mise en hauteur des compteurs d'électricité, des chaudières, etc.). La durée de vie d'un bâtiment étant de l'ordre du siècle, il faut donc espérer que les constructions autorisées sur des

zones concernées par un aléa fort ou très fort à horizon 2100 mais non concernées à court-terme seront bien adaptées au risque, sous peine de constituer des exemples de mal-adaptation. L'ONERC définit en effet la mal-adaptation comme un « *un changement opéré dans les systèmes naturels ou humains qui font face au changement climatique et qui conduit (de manière non intentionnelle) à augmenter la vulnérabilité au lieu de la réduire* ». Si les PPRL autorisent des constructions neuves sur une zone qui sera inondable sous des hypothèses plus fortes d'élévation du niveau de la mer et que ces prévisions se réalisent, alors la vulnérabilité aura été augmentée, sauf si les nouveaux bâtiments ont été conçus pour résister à la submersion.

Etat des lieux des PPRL et difficultés rencontrées lors de l'élaboration

Environ 60%⁴¹ des PPRL prioritaires sont aujourd'hui approuvés. Sur les 180 PPRL approuvés, 148 – soit 82% – ont été approuvés après la date limite imposée par la circulaire du 2 août 2011, qui fixait la date d'approbation au plus tard en 2014⁴². En moyenne, la durée d'élaboration d'un PPRL est de 6.6 années, alors qu'elle est réglementairement de 3 ans. Ces chiffres, ainsi que les entretiens effectués avec les services en charge de l'élaboration des PPR ainsi que d'autres spécialistes, mettent en évidence le fait que l'élaboration des PPR continue à se heurter à de nombreuses difficultés.

La première porte sur la cartographie des aléas. D'une part, le savoir de modélisation des phénomènes de submersion et d'érosion est récent et les cartographies ne sont pas toujours robustes, ce qui les rend plus facilement contestables. A propos d'un PPRL portant sur l'érosion marine en cours d'élaboration, un agent de la DDTM déclarait que les incertitudes sur les phénomènes modélisés étaient de l'ordre du km. D'autre part, la nouvelle méthodologie impose de considérer que les ouvrages de protection ne sont pas infaillibles et d'élaborer des scénarios de submersion qui prennent en compte une rupture de ces ouvrages. Pour les collectivités et les habitants, cette hypothèse de travail est difficile à accepter, notamment lorsque les travaux de confortement du ou des ouvrages sont récents.

Certaines communes, insatisfaites des résultats de la cartographie des aléas, font quelquefois appel à un bureau d'études afin de réaliser leur propre cartographie des aléas. Cela a par exemple été le cas sur pour le Plan de Prévention des Risques de Submersion Marine (PPRSM) du bassin d'Arcachon ou celui de l'île de Ré.

En outre, la multiplicité des politiques publiques traitant des risques littoraux (directive Inondation, Territoire à Risque Inondation, PPRL, SLGRI, PAPI, etc.) entraîne une multiplicité de cartes à des échelles différentes, avec des hypothèses différentes et sur des pas de temps différents, ce qui réduit davantage la compréhension des risques qui affectent un territoire donné.

D'autre part, le succès ou l'échec des PPRL semble souvent lié à la qualité de la concertation entre les services de l'Etat et les collectivités concernées. D'après un agent d'une DDTM, « *le*

⁴¹ Sur les 288 communes prioritaires identifiées, 180 sont aujourd'hui dotées d'un PPRL approuvé, soit 63%.
Source : recensement personnel à partir des sites des préfectures de département consultés le 14/04/2019

⁴² Source : recensement personnel à partir des sites des préfectures de département consultés le 14/04/2019

secret, c'est un nombre important de réunions bilatérales avec les élus ». Pour une autre personne auditionnée, les difficultés rencontrées s'expliquent par le décalage entre la vision techniciste des services de l'Etat et celle des élus pour qui le changement climatique est parfois loin d'être une réalité pour leur territoire. Un troisième agent souligne le fait que pour le PPRL de son territoire en question, on est passé d'une situation d'opposition frontale à une situation où le PPRL est sur le point d'être approuvé. Cet interlocuteur a mentionné le fait que ce PPRL est le résultat de certains compromis sur la cartographie des aléas et le zonage réglementaire.

Enfin, les oppositions des élus et des habitants aux PPRL s'expliquent par les enjeux économiques liés au zonage réglementaire. Les propriétaires de terrains ou de logements situés en zone rouge craignent une diminution de la valeur de leurs biens. Les élus craignent quant à eux pour le développement économique de leur commune. La question de l'existence d'une décote de la valeur des biens après approbation des PPRL n'est pourtant pas tranchée. D'après certains agents rencontrés, les habitations continuent à se vendre à un prix très élevé, même quand les biens sont situés en zone à risque.

Une étude menée par le CEREMA et la DDTM du Pas-de-Calais a tenté de chiffrer une éventuelle variation de la valeur des biens sur les marchés fonciers et immobiliers consécutive à la prescription d'un PPRL qui n'a pas encore été approuvé (Berger et Caumont, 2014). Les résultats de cette étude économétrique montrent que les biens localisés en zone d'aléa fort ou très fort (et donc plus près du bord de mer) continuent à se louer 25% plus cher que les biens situés hors zone d'aléa, toute chose égale par ailleurs, malgré la mise en place de l'Information Acqureur Locataire (IAL). Dans la première phase de l'étude, qui s'appuyait sur des entretiens avec des professionnels de l'immobilier (notaires et agences immobilières), des élus locaux, des agences d'urbanisme et l'EPF Nord-Pas-de-Calais, les personnes interrogées ne constataient pas de décote sur le marché immobilier suite à la prescription du PPRSM. D'après ces acteurs, les acheteurs ne prennent pas en compte le risque de submersion marine dans leur choix résidentiel, mais les vendeurs potentiels continuent de craindre une dépréciation de leur bien.

Plusieurs éléments peuvent expliquer l'absence de décote sur les marchés immobiliers. D'une part, la demande pour les biens situés en bord de mer est toujours très élevée. D'autre part, l'information sur l'exposition au risque d'un bien n'est pas toujours connue par les futurs occupants, malgré l'existence du dossier IAL qui figure dans le dossier de vente mais qui arrive trop tard dans le processus d'achat ou de location d'un bien. Enfin, sur certaines communes, le profil des acheteurs (capital économique très élevé) et l'usage qu'ils veulent faire du bien immobilier (résidence secondaire) expliquent le fait qu'ils ne tiennent pas toujours compte du niveau de risque.

Un autre aspect est celui de la faiblesse de la mémoire collective. Plusieurs acteurs de terrain soulignent le fait que les habitants et les élus ont tendance à oublier les événements de tempête qui ont eu lieu dans le passé. Un agent de DDTM en charge des PPRN souligne que les PPRN les plus faciles à élaborer sont ceux qui concernent des fleuves, car les habitants observent chaque année une crue et une décrue et sont donc conscients des risques naturels. Ce phénomène d'absence de mémoire des événements naturels passés est renforcé par le fait qu'une partie des habitations sont des résidences secondaires et qu'une partie des habitants se sont installés récemment. De plus, la présence d'ouvrage de protection renforce le sentiment de sécurité.

Le retard pris dans l'élaboration des PPRLs s'explique également par des raisons administratives. En 2010, les DDTMs sont créées, en regroupant différentes directions (DDAF, DDE, DDAM). Pour une partie des agents interrogés, la réorganisation des services est arrivée en même temps que la prescription des PPRL, « *on avait donc deux fois plus de travail pour deux fois moins d'agents* ». Les effectifs des DDTM ne sont pas suffisants pour permettre à la fois l'élaboration des PPRL prioritaires et la révision des anciens PPR. En Nouvelle-Aquitaine, le PPR érosion de la ville de Lacanau, emblématique des risques d'érosion, date de 2001 et n'a pas encore été mis à jour. Un autre agent interrogé explique que la période d'élaboration des PPR est longue, et que sur cette période, les agents changent, les préfets également, la réglementation peut être modifiée et de nouveaux ouvrages de protection peuvent être construits ou renforcés, ce qui implique de modifier la cartographie des aléas.

Que cela soit pour des désaccords sur la cartographie des aléas, pour une faiblesse de la concertation ou pour des craintes concernant l'évolution de l'immobilier, les PPRL font l'objet de nombreux contentieux. Le PPRL du Pays d'Olonne a été annulé par le tribunal administratif le 14 mai 2018 alors qu'il avait été prescrit en 2012. C'est la ville des Sables d'Olonne qui avait attaqué le PPRL en justice, en critiquant la surévaluation des risques de submersion et le manque de concertation. C'est sur ce dernier point que le tribunal administratif a décidé d'annuler le PPRL. La procédure reprend donc à zéro. Plus récemment encore, le PPRL Marquenterre Baie de Somme a été annulé en janvier 2019 par le tribunal administratif d'Amiens. De nouveaux, ce sont les élus locaux de neuf communes qui attaquent le PPRL en justice pour son manque de concertation⁴³ et pour les hypothèses utilisées lors de la cartographie des aléas qui sont jugées trop sévères. Ce PPRL avait été prescrit en 2010 et approuvé en 2016.

Plusieurs raisons ont été évoquées par les acteurs de terrain interrogés pour expliquer la défiance de la part des populations et des élus envers les PPRL. Pour l'un d'entre eux, les contentieux font partie de la vie administrative et ne doivent pas délégitimer les politiques publiques de prévention des risques. Pour un autre au contraire, les pratiques des services de l'Etat doivent être questionnées, car elles restent « *dans la vieille tradition du savoir expert* », dans un contexte où « *le savoir expert n'est plus légitime* » et « *la société veut participer à la décision* ».

L'adaptation du bâti existant

Le PPR traite également de la question de l'adaptation du bâti existant. En ce qui concerne l'aléa érosion, il n'y a pas vraiment de solution d'adaptation, puisque le trait de côte recule plus ou moins rapidement jusqu'à endommager définitivement le bâti situé dans la zone d'érosion. Pour l'aléa submersion, on peut en revanche adapter le bâti en réduisant sa vulnérabilité. Cela va de la protection des personnes en cas de submersion rapide via la construction d'un espace refuge, jusqu'à la capacité pour les secours d'intervenir en installant des ouvertures et des stores manuels et en installant un anneau à l'extérieur à une certaine hauteur pour permettre d'amarrer le bateau des secours en cas de forte submersion, en passant par la mise en sécurité des

⁴³ « Le public et les élus ont eu l'impression que la discussion était unilatérale. Une explication des services de l'Etat mais sans écoute ni échange [...]. Ce qui est dommage car les élus connaissent le territoire et ils n'ont pas été entendus » Le courrier picard, 22/01/2019

<http://www.courrier-picard.fr/161555/article/2019-01-22/les-elus-contre-le-pprn-marquenterre-baie-de-somme>

installations vulnérables ou dangereuses (chaudière, cuve à fioul, matières dangereuses pour les entreprises ou les particuliers, etc.). D'après le Guide à usage des particuliers édité par les préfectures du Nord et du Pas-de-Calais dans le cadre du PPRL de Oye-Plage à Gravelines, « *les mesures de réduction de la vulnérabilité prévues par le PPRL ont donc pour objectif d'atténuer les conséquences d'une submersion marine, en visant l'atteinte de deux objectifs principaux : 1) mettre en sécurité les personnes, occupants et/ou utilisateurs des biens concernés, 2) réduire les dommages des biens concernés* ».

On trouve les prescriptions d'adaptation du bâti dans le règlement de chaque PPRL. Celles-ci varient en fonction du zonage. Le règlement définit des mesures obligatoires et des mesures secondaires. Les propriétaires ont un délai de cinq ans pour réaliser les travaux de mise en conformité. Ces travaux ne doivent pas excéder 10% de la valeur vénale du bien. C'est au propriétaire qu'il incombe de réaliser l'autodiagnostic de son bien, et de définir les travaux prioritaires et secondaires, dans la limite des 10% de la valeur du bien. L'Etat peut financer, via le fonds Barnier, jusqu'à 40% de la valeur des travaux pour les ménages et 20% pour les entreprises. Sans réalisation de ces travaux, l'assurabilité du bien n'est plus garantie.

Certains points saillants ressortent des entretiens réalisés avec les acteurs de terrain, et notamment avec les services de l'Etat en charge de l'élaboration des PPRL (DDTM). Tout d'abord, l'ampleur des travaux et leurs conséquences financières ne sont pas identiques pour tous. Pour les bâtis situés en zone rouge, la présence d'une zone refuge située à l'étage est en général obligatoire. Le coût de la construction de cet espace refuge peut être nul si le bâtiment présente déjà un étage, ou peut être très élevé si le bâtiment est de plain-pied. Aujourd'hui, environ 20% des résidences menacées par la submersion marine sont de plain-pied⁴⁴. On peut penser qu'il existe une corrélation entre la présence d'un étage supérieure et le revenu des ménages. Ce serait donc les ménages les plus modestes qui supporteraient le coût d'une mise en conformité le plus élevé. Il n'y a par ailleurs pas de modulation de la subvention des travaux en fonction du revenu.

Un agent rencontré a également mentionné l'existence d'un potentiel effet d'aubaine. Les propriétaires qui en ont la capacité financière pourraient profiter de la réalisation de travaux de mise en conformité (création d'un espace refuge par exemple) pour agrandir leur logement ou réaliser d'autres travaux qui augmenteraient la valeur du bien, bien que les travaux réalisables soient strictement encadrés par le règlement du PPRL.

Le plus probable, selon un agent des services de l'Etat, c'est que les travaux ne soient pas réalisés. Son expérience sur des plans de prévention des risques technologiques lui a appris que les travaux (en l'occurrence de changement de l'épaisseur des vitres des fenêtres et des portes) ne sont jamais réalisés. Les propriétaires ne sont en général pas informés de l'existence d'un PPR ou des obligations qui les concernent. Dans le cas où les propriétaires sont informés de leurs obligations, il n'y a pas réellement d'incitation économique à réaliser ces travaux, en dehors de la perte de l'assurabilité, étant donné que le marché immobilier ne reflète pas l'exposition aux risques des biens.

L'information concernant l'obligation de mise en conformité d'un bien existe pourtant dans l'IAL. On pourrait alors imaginer que, lors d'une transaction, les nouveaux acheteurs d'un bien devant être mis en conformité négocient le prix du bien si les travaux n'ont pas été réalisés, ce

⁴⁴ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/prevention-des-inondations>

qui inciterait les vendeurs à réaliser les travaux en amont d'une mise sur le marché. Mais, toujours selon cet agent, l'information sur l'exposition aux risques et sur les obligations de travaux arrive trop tard dans le processus d'achat d'un bien, au moment où les futurs acheteurs sont déjà trop impliqués financièrement, affectivement et en termes d'organisation, et ne renonceront pas à l'achat du bien. Cet agent interrogé suggère que l'information sur le risque et sur les obligations de travaux apparaissent dès la publication de l'annonce dans les agences immobilières. On pourrait penser à un système similaire au Diagnostic de Performance Energétique (DPE) ou à l'étiquette énergie présente sur les annonces immobilières, qui indiquent la consommation moyenne annuelle d'énergie des bâtiments.

2.3.2 La réglementation de l'urbanisme portée par les communes

Lorsque les communes ne sont pas concernées par un PPRL, ou lorsque qu'elles sont couvertes par un PPR qui est trop ancien et doit être actualisé, les élus ont la possibilité de geler l'urbanisme, en utilisant l'article 111 du code de l'urbanisme.

La commune de Lacanau est l'une des communes les plus concernées par l'érosion. Son PPRL date de 2001 et n'a pas encore été mis à jour. Pourtant, il est indispensable de maîtriser l'urbanisation de la zone menacée par l'érosion. Les élus de Lacanau ont pris une mesure visant à geler les capacités d'accueil du front de mer dans le PLU. Les constructions autorisées doivent être temporaires et réversibles. Le PLU a réduit de 57% les surfaces constructibles et augmenté de 7% les surfaces boisées, tandis que le front de mer a été gelé : sur une surface de 900m de long et de 200m de profondeur, toute construction ou extension est interdite. Malgré des recours intenté pour annuler cette disposition, le tribunal administratif de Bordeaux a validé le PLU.

2.4 La relocalisation des activités et des biens ou la recomposition spatiale comme solution politique et sociale

La relocalisation des activités et des biens désigne le fait de réduire le risque en déplaçant les enjeux en dehors de la zone de l'aléa. Il peut s'agir de déplacer les habitations, les bâtiments privés à usage professionnel, les bâtiments publics (écoles, hôpitaux, etc.) mais aussi les réseaux d'eau et d'électricité, les infrastructures de transport, etc. Cette voie est explorée lorsque il n'est pas possible techniquement de protéger les enjeux, ou qu'il est trop coûteux à long terme de les protéger étant donné l'élévation du niveau de la mer.

Cette option de la relocalisation a été portée par l'Etat dès 2012, lors de l'élaboration de la Stratégie Nationale de Gestion Intégrée du Trait de Côte (SNGITC). En 2010, un groupe de travail présidé par le député Alain Cousin a formulé des propositions qui ont alimenté les réflexions pour l'élaboration de la SNGITC. Le deuxième principe de cette stratégie affirme qu' « *il est nécessaire de planifier maintenant et de préparer les acteurs à la mise en œuvre de la relocalisation à long terme des activités et des biens exposés aux risques littoraux, dans une perspective de recomposition de la frange littorale, et ce même si des mesures transitoires sont mises en œuvre* ».

La SNGITC s'est accompagnée du lancement de l'appel à projets du Ministère de l'environnement « Expérimentation de la relocalisation des activités et des biens : recomposition spatiale des territoires menacés par les risques littoraux ». L'objectif de cet appel à projet était de financer, sur trois ans, des études de faisabilité de la relocalisation auprès de collectivités volontaires. Cinq projets ont été retenus (cf Figure 11).

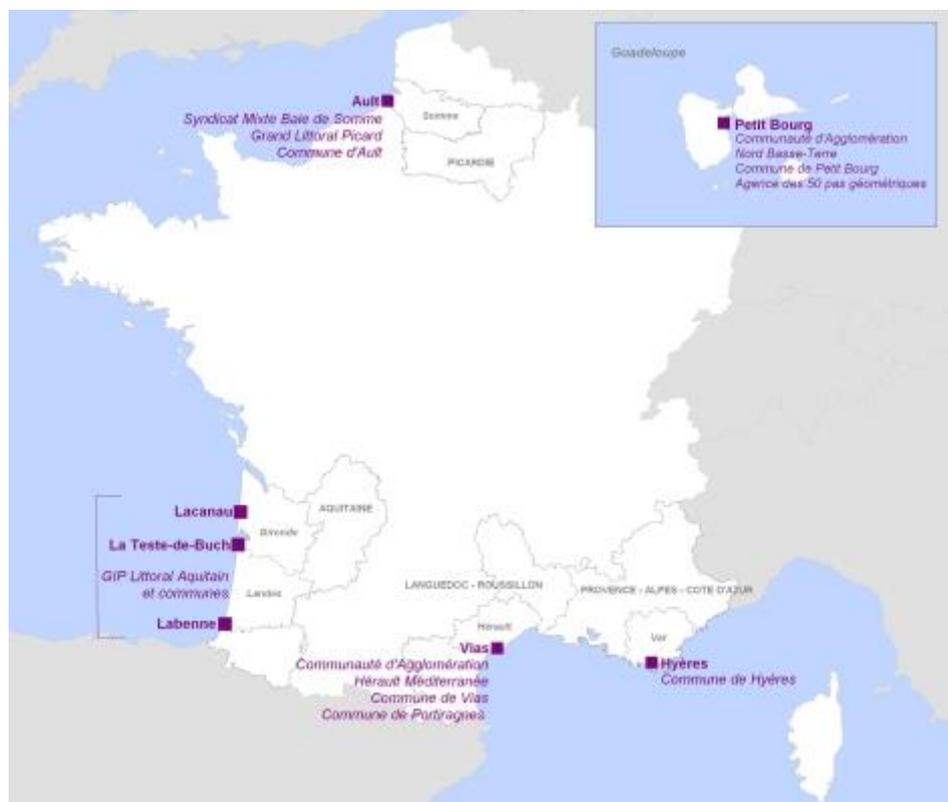


Figure 11 - Projets retenus pour l'expérimentation "Relocalisation des activités et des biens" lancée par le Ministère de la Transition Ecologique et de la Solidarité

La recomposition spatiale offre de nombreux avantages :

- Une fois les enjeux déplacés, la réduction de la vulnérabilité face aux risques littoraux est pérenne, contrairement aux ouvrages de protection qui nécessitent un entretien et des investissements réguliers. Sur une période longue, l'option de la relocalisation peut devenir plus rentable économiquement.
- Une fois les enjeux retirés de la zone d'aléa, cette dernière peut être utilisée de nombreuses façons. La zone peut servir d'espace-tampon afin d'atténuer les phénomènes d'érosion et de submersion, ce qui contribuera à renforcer la protection des enjeux déplacés en rétro-littoral. Ces espaces-tampons peuvent également permettre le retour d'une certaine biodiversité, comme l'ont montré les expériences de dépollérisation. Cette zone peut également être utilisée pour des activités respectueuses de l'environnement et peu vulnérables aux risques littoraux : agriculture adaptée à l'écosystème, élevage type « pré-salé », éco-tourisme, usages sportifs et ludiques, activités saisonnières basée sur des équipements démontables, accès à la mer pour tous, pistes cyclables, etc. L'occupation de cette zone libérée est même une condition *sine qua*

none pour que la relocalisation ne soit pas un projet subi mais un projet désiré par les populations locales

- Une recomposition spatiale peut également viser l'objectif d'un territoire plus juste socialement, en repensant son occupation dans un contexte où les prix des résidences sur la frange littoral sont très élevés, où une proportion parfois très importante (23 % sur la commune d'Hyères d'après Hélène Rey-Valette et al. (2018), 75% sur la commune de Lacanau en 2006)⁴⁵ des résidences littorales sont des résidences secondaires occupées quelques semaines par an, où la lutte contre le changement climatique et l'érosion de la biodiversité implique un changement de paradigme dans la façon d'occuper un territoire, d'y vivre, d'y travailler et de s'y déplacer.

- Une recomposition spatiale permettrait de réinventer les façons de construire (nouvelles pratiques architecturales) et de déconstruire. Goupil, Josseau, et Schlumberger (2017) ont imaginé un scénario d'adaptation à l'élévation du niveau de la mer pour l'île d'Oléron. Ils suggèrent que les gravats issus de la déconstruction de bâtiments menacés soient ensuite réutilisés dans la construction de pistes cyclables, que les charpentes et les menuiseries soient réutilisées pour construire des cabanons éphémères, etc.

Contrairement aux ouvrages de protection du littoral, qui restent la solution la plus fréquemment utilisée à ce jour pour se protéger des risques littoraux, la relocalisation des activités et des biens reste très marginalement mise en place. On peut tout de même citer (CEPRI, 2016) la démolition d'habitations exposées à l'érosion de falaises en Seine Maritime et dans le Pas-de-Calais, la suppression d'infrastructures routières dans le département de l'Hérault (lido de Sète à Marseillan et lido du petit et du grand Travers), la déconstruction organisée par l'Etat d'environ 1200 habitations à la suite de la tempête *Xynthia*.



⁴⁵ <https://communes.actualitix.com/33/commune-lacanau-33680.php>

Figure 12 - Emplacement d'une ancienne maison dans le village des boucholeurs, démolie après la tempête *Xynthia*
Source : Jill Madelenat, 2019

Relocaliser tout un ensemble de personnes, de bâtiments, d'activités, de réseaux (infrastructures de transports, eau, électricité, assainissement, etc.) est une opération compliquée dans ses dimensions technique, économique, financière, juridique, urbanistique et sociale.

La délocalisation des biens menacés par les risques littoraux

Cette première étape de la recomposition spatiale des territoires littoraux diffère amplement selon que l'on considère l'aléa submersion marine ou l'aléa érosion. Dans le premier cas, il existe un dispositif qui permet à l'Etat d'acquérir un bâtiment menacé par le risque de submersion et d'indemniser ses propriétaires, tandis que pour l'érosion, un tel dispositif fait défaut, ce qui a conduit à l'exemple médiatiquement célèbre de l'immeuble Le Signal, à Soulac-sur-Mer, en Gironde.

En ce qui concerne le risque de submersion marine, il existe différents dispositifs juridiques mobilisables pour délocaliser les enjeux menacés. Lorsque les biens ont déjà été sinistrés, l'article L.561.-3 du Code de l'environnement permet aux communes et à l'Etat de recourir au fonds Barnier afin d'acquérir ces biens sinistrés. Ce même article leur permet également de recourir au fonds Barnier afin d'acquérir à l'amiable des biens « exposés à un risque prévisible de mouvements de terrain, ou d'affaissement de terrain dus à une cavité souterraine ou à une marnière, d'avalanches, de crues torrentielles ou à montée rapide, de submersion marine menaçant gravement des vies humaines »⁴⁶. Dans ce cas, le montant de l'indemnisation fait l'objet d'une négociation entre la collectivité ou l'Etat et le vendeur. L'article 561-1 permet également à l'Etat d'avoir recours à l'expropriation pour cause d'utilité publique dans le cadre d'une exposition à la submersion marine, sous réserve que les moyens de protection s'avèrent plus coûteux que les indemnités d'expropriation (article 561-2). Dans ce cas, le montant de l'expropriation ne tient pas compte du risque dans l'estimation de la valeur du bien concerné. L'opération d'indemnisation est financée par le fonds Barnier.

Au lendemain de la tempête *Xynthia*, l'Etat a établi une cartographie des zones à risques, appelées un temps « zones noires » avant d'être renommées « zones de solidarité », à l'intérieur desquelles toute reconstruction ou installation a été interdite. Cette cartographie a été vivement critiquée, notamment parce que le traitement paraissait parfois inéquitable entre des biens exposés à un même risque, et parce que le coût d'acquisition et de démolition des biens a été très élevé. 1200 biens ont été acquis par l'Etat pour un montant de 300 millions d'euros, financé par le fonds Barnier (80% dans le cadre d'une procédure à l'amiable, 20% dans le cadre d'une expropriation (CEPRI, 2016)). Cet exemple illustre le fait que même lorsque les dispositifs juridiques et financiers existent pour permettre la déconstruction de biens soumis à un risque de submersion, de nombreux paramètres tels que l'équité de traitement ou le coût de l'opération doivent être pris en compte.

⁴⁶ On constate que l'érosion ne fait pas partie des risques naturels cités.

En ce qui concerne le risque d'érosion, il n'existe pas de dispositif similaire permettant à la puissance publique d'acquérir un bien à titre préventif, afin de le délocaliser ou de le supprimer. En effet, le risque d'érosion est considéré par la puissance publique comme « anticipable » et à ce titre ne fait pas partie des risques couverts par le fonds Barnier. Le cas du Signal est devenu emblématique de cette situation, qui va être amenée à se répéter de nombreuses fois avec l'élévation du niveau de la mer. Pourtant, si l'érosion menaçant ce bâtiment avait été parfaitement anticipable, ce dernier n'aurait pas été évacué en catastrophe en quelques jours lors de l'hiver 2014 après un brutal recul de la dune de plusieurs mètres.

Pour le GIP Littoral (2012), l'expérimentation menée dans le cadre de l'appel à projet « Relocalisation des activités et des biens » a mis en évidence l'impossible suppression anticipée des enjeux menacés par l'érosion des côtes sableuses :

- Le dispositif d'appropriation par la puissance publique dans le cas d'un risque naturel majeur ne considère pas le risque d'érosion
- Le dispositif d'acquisition à l'amiable ne permet pas de gérer le cas des copropriétés
- Le dispositif d'expropriation pour utilité publique « *est hors de portée financière des collectivités locales (déficit estimé à -482M€ pour Lacanau)* »
- Le dispositif « édifices menaçant ruine », qui permet aux propriétaires de déconstruire par leur propres moyens leur bien de manière préventive ne s'applique pas aux risques naturels

La partie 3 de ce rapport revient sur les différentes pistes proposées par des parlementaires, des chercheurs ou des acteurs de terrain visant à permettre la délocalisation des biens menacés par l'érosion.

La réimplantation des enjeux en dehors de la zone d'aléa

La deuxième étape de la relocalisation des activités et des biens soulève de nombreuses questions : les enjeux concernés doivent-ils être réimplantés dans la même commune ? Si oui, sur quels espaces ? Si non, quels sont les liens possibles avec le rétro-littoral ? Selon l'ampleur de la relocalisation, il est nécessaire d'inscrire cette opération dans un projet plus global d'aménagement d'un territoire. Cette considération explique sans doute le changement de terminologie utilisée pour désigner la relocalisation des enjeux et des biens, que l'on désignait par « recul » ou « repli stratégique », terme jugé trop anxigène ou défaitiste, et que l'on désigne aujourd'hui par « recomposition spatiale », afin de tenir compte des différentes interrogations mentionnées ci-dessus.

Le terme « relocalisation » sous-entendait que les bâtiments déconstruits seraient reconstruits ailleurs, à proximité de l'implantation initiale mais en dehors de la zone à risque. Or, les zones menacées par l'érosion ou la submersion présentent en général de nombreuses aménités environnementales, en premier lieu la proximité avec la mer. Dans ce contexte, il est possible qu'une partie des propriétaires de biens devant faire l'objet d'une déconstruction ne souhaitent pas emménager dans une nouvelle habitation située plus loin du littoral. Ceci est d'autant plus

vrai qu'une partie importante des résidences situées près de la mer sont des résidences secondaires, qui ne sont parfois occupées que quelques semaines par an. Les propriétaires en question pourraient alors modifier leur projet immobilier en choisissant de vivre ailleurs, dans une autre commune, un autre département voire une autre région ou un autre pays (29% des plus de 50 ans imaginent prendre leur retraite dans un autre pays que la France⁴⁷). En ce qui concerne les locaux professionnels, certaines activités nécessitent une proximité avec le littoral (hôtellerie-restauration, activités de location de matériels de loisirs nautiques, aquaculture et conchyliculture, etc.), et les professionnels de ces activités n'envisagent pas nécessairement de poursuivre leur activité ailleurs.

Pour les bâtiments dont les propriétaires souhaitent une reconstruction dans la même commune ou dans les communes alentour, il est nécessaire de trouver un terrain propice à la nouvelle implantation. Ceci dans un contexte urbanistique très contraint, où la pression foncière est très élevée et où les réglementations sont nombreuses et visent des objectifs variés (loi Littoral visant la préservation du littoral et des écosystèmes, loi SRU visant à développer les logements sociaux dans les communes de plus de 3500 habitants, etc.). Le projet de recomposition spatiale doit également s'inscrire dans le contexte de changement global, en considérant les objectifs portant sur la biodiversité et les écosystèmes, et notamment l'objectif affiché dans le Plan Biodiversité de 2018 « zéro artificialisation nette ». D'après le dernier rapport de l'IPBES, la première cause de destruction de biodiversité est le changement d'occupation des sols, la conversion d'espaces naturels en espace agricole ou urbanisé. La recomposition territoriale s'inscrit également dans le contexte social actuel d'accroissement des inégalités et d'éloignement des services publics et avoir pour objectif d'infléchir ces dynamiques.

D'après Mineo-Kleiner et Meur-Ferec (2016), les élus locaux ont majoritairement une préférence pour une relocalisation au sein de leur commune, sans doute pour des raisons fiscales, mais également pour des questions d'identité de la commune. Pour les autres acteurs en revanche, l'échelle la plus pertinente est plus vaste que la commune, et l'échelle du SCoT est souvent celle privilégiée par les acteurs que les auteurs ont interrogés.

L'appel à expérimentation « Relocalisation des activités et des biens » a permis d'identifier les difficultés juridiques liées à la mise en œuvre de la relocalisation. Parmi elles, on trouve l'impossibilité de reconstruire à l'identique un bâtiment au sein de la même commune dans certaines conditions. Sur le site d'expérimentation de Labenne, le GIP Littoral Aquitain (s. d.) a mis en évidence qu'en l'état actuel du droit, il n'était pas possible de repositionner un local commercial en le reculant de quelques dizaines de mètres, car cela contreviendrait au principe d'urbanisation en continuité de la loi Littoral. Il est par contre possible de reconstruire ce bâtiment en continuité de l'agglomération.

Une autre difficulté réside dans la rareté du foncier disponible au sein des communes littorales pour la réimplantation des enjeux, notamment si l'on souhaite conserver des espaces naturels pour lutter contre le déclin de la biodiversité, conserver des terres agricoles pour garder une agriculture paysage et de proximité, augmenter le nombre de logements sociaux et de services publics de proximité, etc. La ville d'Hyères-les-Palmiers (83), qui a participé à l'expérimentation « Relocalisation des activités et des biens », déclare disposer de seulement 50 hectares de terres urbanisables. Lors du séminaire de restitution des expérimentations, le

⁴⁷ <https://www.nouvelobs.com/publicite/20180425.OBS5711/le-portugal-est-il-toujours-la-bonne-destination-pour-prendre-sa-retraite.html>

mairie de la commune d'Hyères-les-Palmiers a déclaré que « *si d'aventure nous devons relocaliser, il faudrait que l'Etat se pose à terme la question de la reconversion de zones naturelles en zone constructibles, même si cela doit choquer, y compris le ministère de l'environnement. Il faudrait que se pose la question du classement en zones urbanisables de zones agricoles. Autrement la réponse est simple : on peut trouver la solution mais ailleurs qu'à Hyères. Bien en-delà, dans l'arrière-pays où les problèmes d'inondation du Gapeau seront moindres et où les risques de submersion marine n'existeront pas. [...] Comment faire, devant ces contraintes, toutes légitimes mais parfaitement contradictoires, pour trouver à terme une solution ?* »⁴⁸.

Les aspects financiers de la recomposition territoriale

Les enjeux financiers de la recomposition territoriale peuvent se résumer en deux interrogations : comment optimiser le coût de la relocalisation ? Qui devra supporter ce coût ?

La première composante du coût de la recomposition spatiale est le coût de l'acquisition des biens à délocaliser. Lorsque l'acquisition se fait par expropriation pour cause d'utilité publique, le montant de l'indemnisation est indexé sur la valeur vénale du bien en question, sans prise en compte des risques. Or, l'utilisation de cette valeur vénale conduit à des montants d'indemnisation qui sont particulièrement élevés (rien que pour le front de mer de Lacanau, la valeur des logements qu'il faudrait délocaliser s'élève à 236 millions d'euros, cf. Encadré 4). La valeur vénale du bien est définie par le marché immobilier, donc par une rencontre entre une offre et une demande. Etant donné l'attractivité du littoral, la demande est très élevée et par conséquent la valeur du bien l'est également. D'autre part, la valeur du bien est élevée parce que le marché immobilier ne reflète pas à l'heure actuelle le risque de submersion ou d'érosion. Les biens situés en zone à risque continuent de se vendre ou de se louer à une valeur élevée parce qu'ils sont situés plus près du rivage, et c'est notamment cette proximité qui est recherchée. Les dispositifs permettant de diffuser l'information sur l'exposition aux risques des biens immobiliers sont inopérants (IAL, DICRIM, etc.).

Une autre composante du coût est la déconstruction et le désamiantage des bâtiments. Dans le cas de l'immeuble Le Signal, les travaux de déconstruction devraient coûter entre 1 et 1.5 million d'euros⁴⁹.

Une troisième composante est le coût d'acquisition de terrains sur lesquels seront reconstruits les nouveaux bâtiments. Là encore, étant donné la pression foncière sur les communes littorales, cette acquisition aura un coût particulièrement élevé. La question se pose donc d'anticiper le besoin de foncier pour les relocalisations à venir, afin d'éviter de subir un surenchérissement des prix du foncier, voire même un phénomène de spéculation (des acteurs privés ayant anticipé le besoin futur de foncier pour les projets de relocalisation à venir pourraient acquérir des terrains en espérant les revendre plus tard à la puissance publique à un prix plus élevé). La

⁴⁸ Actes du séminaire national de restitution du 30 juin 2015

⁴⁹ <https://www.sudouest.fr/2019/02/25/soulac-sur-mer-le-desamiantage-de-l-immeuble-le-signal-est-en-marche-5850817-3193.php>

<https://www.batiactu.com/edito/gironde-signal-prepare-terrain-desamiantage-54109.php>

commune de Saint-Brévin-les-Pins a par exemple déjà fait des réserves foncières pour anticiper le déplacement du centre médico-social⁵⁰.

Le coût global des opérations de relocalisation est donc particulièrement élevé. Si l'on compare la Valeur Actuelle Nette (VAN)⁵¹ des projets de relocalisation par rapport à celle d'un projet de lutte active, la première sera très souvent bien inférieure à la seconde, et la relocalisation ne sera pas l'option retenue (cf. Encadré 1).

Afin d'optimiser le coût de la relocalisation, il faudrait notamment réduire le coût d'acquisition des bâtiments menacés. Plusieurs options sont proposées par différents acteurs (universitaires, politiques, associatifs, etc.). Il peut s'agir d'introduire une décote dans le temps de la valeur immobilière des biens, d'indemniser à la valeur d'usufruit au lieu d'indemniser à la valeur vénale, d'introduire des critères d'équité dans l'indemnisation, etc. Ces différentes propositions sont présentées en troisième partie de ce rapport. Une autre possibilité est de rentabiliser l'occupation temporaire de zones à risque. Cette piste est également exposée en troisième partie.

L'exemple de la relocalisation du front de mer à Lacanau

Les études menées dans le cadre de l'appel à projet « Relocalisation des activités et des biens » et dans le cadre de la Stratégie Locale de Gestion de la Bande Côtière de la ville de Lacanau ont identifié un grand nombre d'enjeux compris dans le périmètre de vulnérabilité : 1189 logements, dont 94% de résidences secondaires (environ 60 000m²), 109 locaux commerciaux ou industriels (16 000 m²), ainsi que des infrastructures et des équipements publics : un poste de secours, une esplanade, des parkings, des toilettes publiques, des accès plage, 2.5 km de voiries, 560m de pistes cyclables.

Une estimation évalue à 236 millions d'euros le montant de la valeur vénale des logements concernés, sur la base des valeurs de marché 2013. Le bilan d'une acquisition classique de ces enjeux se chiffre à 482 millions d'€, contre 206 millions d'euros pour une acquisition innovante. Une nouvelle méthode de calcul de la valeur des biens immobiliers, basée sur la durée de vie et la valeur locative annuelle (méthode dite de capitalisation), réduirait de moitié le montant des indemnisations par rapport à l'utilisation de la valeur vénale (Hélène Rey-Valette et al., 2018)

La commune a également considéré le scénario d'un renforcement de l'ouvrage de protection du front de mer. Pour la période 2020-2050, un ouvrage haut de 11.8m coûterait 18 millions d'euros. Pour la période 2020-2050, un ouvrage haut de 15.5m coûterait 50 millions d'euros. La Valeur Actuelle Nette (VAN) de l'option de renforcement de la digue est de -54 millions d'euros, c'est-à-dire au moins 4 fois moins élevée que la VAN de l'option de relocalisation évaluée au prix du marché et à juridiction constante.

⁵⁰ <https://www.ouest-france.fr/pays-de-la-loire/saint-brevin-les-pins-44250/saint-brevin-les-etablissements-de-mindin-vont-quitter-leur-site-6252365>

⁵¹ La VAN est un outil permettant de comparer plusieurs projets sur des critères économiques. La VAN prend en compte les bénéfices et les coûts des différents projets et les actualise sur la durée de vie des projets. Cet outil est très largement utilisé tant pour des projets publics que privés.

La deuxième dimension de l'aspect financier de la relocalisation est la question de la répartition du coût.

On peut décider que, comme dans le cas des catastrophes naturelles, l'expropriation est financée par la solidarité nationale. A l'heure actuelle, c'est le fonds Barnier qui est mobilisé pour financer les expropriations de biens exposés à un risque naturel majeur, les acquisitions à l'amiable de biens menacés par un risque naturel majeur ou les acquisitions de biens sinistrés par une catastrophe naturelle. Ce fonds est financé par les primes « CatNat » des contrats d'assurance dommages (MRH, entreprises) et contrat assurance auto. Le prélèvement est passé de 2% à 12% au cours des années 2000, et est invisible pour les assurés qui ne sont pas au courant de son existence⁵². Ce fonds repose sur un principe de péréquation nationale, c'est-à-dire que l'ensemble des assurés cotise, mais le risque ne pèse pas sur tous.

Ce fonds ne peut pas financer l'indemnisation des biens menacés par le risque de recul du trait de côte. Cela a notamment conduit à la situation du cas des habitants du Signal, qui ont été évacués de leur logement par arrêté municipal, mais qui n'ont pas pu être indemnisés pendant 5 ans, parce que le recours au fonds Barnier était impossible. Les victimes de cette situation ont porté leur demande devant le Conseil Constitutionnel, en justifiant leur démarche par l'inégalité de traitement entre les habitants d'un bien menacé par l'érosion et ceux d'un bien menacé par la submersion marine. Le Conseil Constitutionnel a finalement décidé en avril 2018 d'exclure le recours au fonds Barnier pour indemniser les victimes de l'érosion. Finalement, mais aucun versement aux propriétaires n'a été réalisé à ce jour. Des « blocages administratifs » persistent sur ce dossier. Il est encore possible que le bâtiment tombe sans que les propriétaires n'aient rien touché, c'est même l'issue qui est la plus probable à ce jour. C'est pour cette raison que l'Etat a organisé le désamiantage accéléré de l'immeuble, avant même d'avoir réglé la question du transfert de propriété préalable à sa déconstruction définitive.

En ce qui concerne le risque de submersion marine, le fonds Barnier ne peut financer les expropriations ou les indemnisations à l'amiable que s'il a été démontré que cette solution est moins coûteuse qu'une protection des biens menacés.

L'utilisation du fonds Barnier est déjà problématique, puisque d'une part il ne traite pas de la même façon tous les risques littoraux (érosion et submersion), et que d'autre part il favorise la protection des biens par des ouvrages au détriment de la relocalisation. En l'occurrence, le calcul économique visant à choisir entre la protection ou la relocalisation se fonde sur la valeur des biens, et privilégie donc la protection des biens de grande valeur et la relocalisation des biens de valeur plus faible, ce qui crée une inégalité socio-économique. Enfin, il fait contribuer chaque assuré à la protection ou à l'indemnisation de quelques-uns. Ce dernier point se renforcera dans les années à venir si l'on décide d'élargir le fonds Barnier à l'indemnisation des propriétaires de biens menacés par l'érosion côtière. Dans le contexte d'une élévation du niveau de la mer et d'une augmentation du nombre de biens menacés par l'érosion et la submersion, il faudrait alors augmenter le taux des primes CatNat, ce qui peut être considéré comme une

⁵² Référé de la Cour des Comptes n° S2016-3768

répartition injuste du coût. En effet, comment exiger d'un ménage modeste n'ayant même pas les moyens de partir en vacances sur le littoral qu'il participe au financement des résidences secondaires situées en bord de mer de riches propriétaires ? De manière plus générale, l'utilisation d'un fonds, que ce soit le fonds Barnier ou un nouveau fonds dédié, alimenté par la solidarité nationale doit être conditionnée à des exigences d'équité sociale et de justice environnementale, dans un contexte d'accroissement des inégalités et d'exigence d'une plus grande justice fiscale. Certaines propositions ont été faites dans ce sens, et nous les présentons dans la partie 3 de ce rapport.

Si le financement de la recomposition territoriale ne repose pas sur la solidarité nationale, elle pourrait reposer sur une solidarité locale, autrement dit sur un impôt local. Dans le cadre de la compétence Gemapi, les collectivités peuvent lever une taxe spécifique, dite taxe Gemapi, pour financer les actions de préventions des inondations et de gestion des milieux aquatiques. Les collectivités pourraient également mettre en place une taxe permettant de financer les actions de relocalisation. La question qui se pose est alors l'assiette de la taxe : est-ce que seuls les habitants des communes littorales doivent payer cette taxe, ou faut-il élargir à un territoire plus vaste ? La Figure 13 représente les interactions fonctionnelles des territoires littoraux avec leur arrière-pays. La participation au financement de la recomposition spatiale pourrait reposer sur de telles interactions.

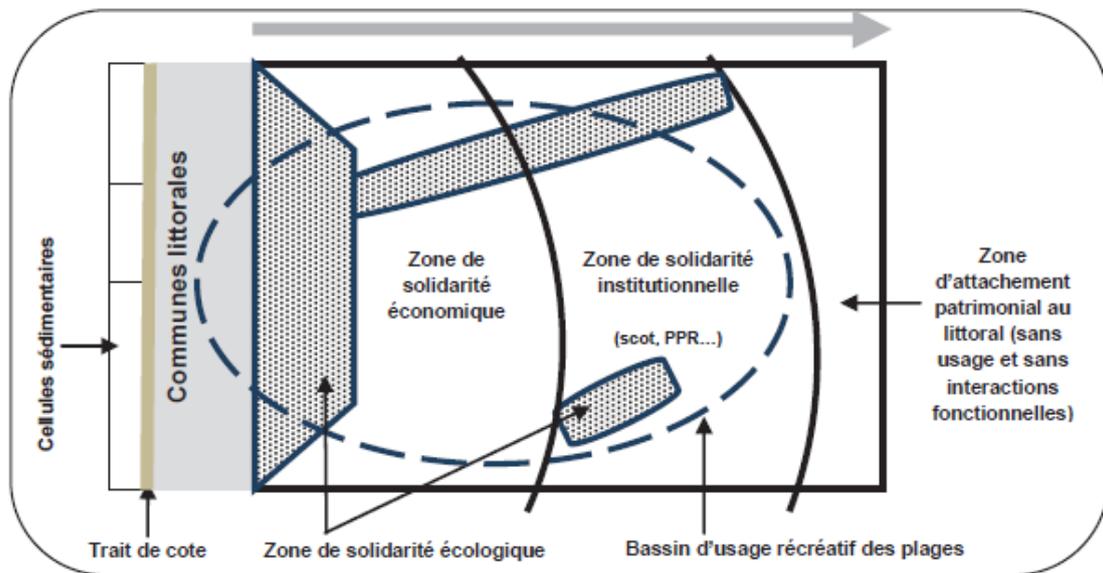


Figure 13 - Interactions fonctionnelles des territoires littoraux avec leur arrière-pays
Source : (H Rey-Valette et al. 2014)

Rey-Valette et al. (2014) ont étudié empiriquement les préférences des individus pour différentes formes de solidarité territoriale, en interrogeant un échantillon de communes littorales et de communes rétro-littorales voisines dans l'Hérault. En ce qui concerne la question du financement de la politique de relocalisation, 47% des enquêtés ont une préférence pour un financement national, chaque individu participant au financement indépendant de son

exposition au risque. 19% des participants ont une préférence pour un financement non solidaire (assurance individuelle ou impôts locaux), et 34% ont une préférence pour une logique mixte basée sur un impôt régional ou une taxe de séjour, la participation au financement étant vue comme une contrepartie aux externalités positives du littoral. Avec cette dernière logique, ce sont les individus qui bénéficient de la ressource (par exemple les habitants de Bordeaux qui se rendent régulièrement dans les communes littorales alentour) qui contribuent à son financement, indépendamment de l'exposition au risque.

L'étude de Rey-Valette et al. (2014) interroge également les déterminants du montant des indemnisations qui auront lieu lors de la mise en place de la politique de relocalisation des activités et des biens. A l'heure actuelle, le montant des indemnisations est égal au prix du bien sur le marché immobilier, sans prise en compte du risque. Les auteurs de l'étude ont avancé différents critères de modulation de ces indemnisations. 30% des enquêtés ont une préférence pour la priorité donnée aux résidences principales, 30% ont une préférence pour une indemnisation au prix du marché, 14% ont une préférence pour une réduction du montant des indemnisations dans le cas où les propriétaires du bien sont informés du risque au moment de l'achat (principe de responsabilité). Respectivement 12% et 10% des enquêtés ont une préférence pour une prise en compte du revenu du propriétaire dans la modulation de l'indemnisation ou pour une prise en compte de l'attachement au bien (mesuré par l'ancienneté de la propriété). Les résultats varient également entre les communes littorales et les communes rétro-littorales : l'indemnisation au prix du marché est la plus souvent retenue dans le premier cas, tandis que le principe de responsabilité est plus souvent retenue dans le second cas.

Sur la question de la solidarité entre communes littorales et rétro-littorales, une personne interrogée a toutefois mis en avant la différence de profils socio-économiques des résidents des deux types de communes : les habitants du littoral auraient en moyenne des revenus plus élevés que les habitants du rétro-littoral, ce qui ne faciliterait pas l'adhésion de ces derniers à un projet de financement partagé de la relocalisation.

Une autre forme de solidarité dans le financement de la relocalisation serait la solidarité résident-touriste. Goupil, Josseau, et Schlumberger (2017) imaginent par exemple un système de vignette payante qui permettrait aux touristes de l'île d'Oléron d'accéder aux parkings de l'île. Ces vignettes serviraient à financer un fonds de recomposition territoriale. L'argent permettrait à la commune d'acheter des terrains afin d'y relocaliser des logements menacés par l'élévation du niveau de la mer. Les maisons construites sur ces parcelles pourraient être louées à des touristes le temps que la relocalisation ne devienne nécessaire, et les loyers générés par ces locations pourraient permettre l'acquisition d'autres parcelles.

Enfin, une dernière option concernant le financement de la relocalisation serait l'absence totale de solidarité. Dans ce cas, la puissance publique ne financerait pas de délocalisation ni de relocalisation, et adopterait une politique de laisser-faire. Dans ce cas, soit les biens tomberaient dans le domaine public maritime (DPM) une fois le trait de côte ayant atteint le niveau d'implantation de ces biens (les propriétaires se retrouveraient donc de fait expropriés et les biens deviendraient gratuitement la propriété de l'Etat), soit les propriétaires tenteraient eux-mêmes de protéger leur bien en construisant leur propre ouvrage de protection, ce qui est possible dans le cadre de la loi de 1807. Dans cette situation, la régulation se ferait par le marché immobilier (décote des biens soumis au risque à mesure que l'occurrence du risque se rapproche) et par le marché de l'assurance (augmentation de la prime de risque).

D'après Lambert (2015), le désengagement de l'Etat au profit d'une régulation par les marchés présente plusieurs limites. D'une part, le risque d'une telle approche réside dans la tendance actuelle des pratiques judiciaires à reconnaître la responsabilité administrative ou pénale des collectivités ou de l'Etat auprès des victimes de dommages, même lorsque celles-ci sont en partie responsables. D'autre part, il apparaît que les situations de crise engendrent un assouplissement des pratiques par rapport aux règles, et conduisent par exemple à des indemnisations plus larges que ce qui est prévu par la loi, comme la Cour des Comptes l'a constaté après la tempête *Xynthia*⁵³. Enfin, la régulation de la localisation des habitations et des activités par le marché immobilier et le marché de l'assurance pourrait conduire, en situation de rareté du foncier, d'attrait croissant pour le littoral et d'augmentation des risques littoraux, à une augmentation des prix de l'immobilier littoral (déjà très élevés) et des primes d'assurance contre le risque que seule une minorité de la population pourrait supporter.

La réaction des habitants face aux projets de relocalisations

L'option d'adaptation à l'élévation du niveau de la mer par la destruction et la délocalisation d'habitations soulève nécessairement la question de la volonté des habitants à être déplacés. La désignation des « zones noires » ou « zones de solidarité » post-*Xynthia* a soulevé de nombreuses réactions de refus (cf Figure 14).



Quartier des "Boucholeurs" – Manifestation du 11 avril 2010

Figure 14 - Manifestations d'habitants de zones noires après la tempête *Xynthia*
Source : présentation de Catherine Meur-Ferec lors du Séminaire National de Lancement du 14 février 2013,
« Vers la relocalisation des activités et des biens »

Une enquête a été réalisée par Rulleau et al. (2015) en posant la question à des habitants de Palavas-les-Flots : « *est-ce que vous quitteriez votre logement si vous étiez fortement menacés ?* ». Plus de la moitié des enquêtés ont répondu qu'ils quitteraient leur logement s'ils

⁵³ « Après l'examen de nombreux dossiers d'indemnisation dans plusieurs régions, elle constate la persistance de certaines dérives et une hétérogénéité marquée des pratiques, à l'origine d'inégalités de traitement entre citoyens, voire de surcoûts injustifiés », Cour des Comptes, référé n° S2016-3768

étaient suffisamment indemnisés, 7% ont répondu qu'ils partiraient à la moindre alerte, et 20% des personnes ont affirmé qu'elles ne partiraient pas quoiqu'il arrive.

Une seconde enquête a été réalisée par Hélène Rey-Valette et al. (2018) sur la commune d'Hyères-les-Palmiers, qui a par ailleurs répondu à l'appel à projet du ministère de l'environnement « Relocalisation des activités et des biens ». Cette étude montre que l'option de relocalisation est déjà considérée par les habitants. Seulement 21% des enquêtés déclarent que la relocalisation est ou sera irréaliste, tandis que 41% estiment que la relocalisation est envisageable dans les 20 prochaines années.

Plusieurs raisons expliquent l'attachement au bien et le refus d'une politique de relocalisation, malgré l'existence d'un risque. Il y a bien évidemment la dimension affective du bien. Dans tous les cas, il existe un attachement affectif des habitants avec le lieu (la maison, mais aussi l'environnement proche) où ils vivent. A cela s'ajoute la proximité avec le rivage. Dans certains cas, la maison près de la mer est un projet de toute une vie. Certains résidents de l'immeuble Le Signal ont attendu toute leur vie pour passer leur retraite près du littoral. En effet, la proximité avec le rivage est une aménité qui a un poids très important dans le choix résidentiel des ménages qui achètent une résidence en bord de mer. A ce titre, une relocalisation à l'intérieur des terres sera forcément vécue comme une perte de qualité de vie. A cela s'ajoute également la dimension de patrimoine familial et la volonté de transmettre le bien immobilier à ses descendants, avec les souvenirs qui y sont attachés. De plus, les habitants peuvent craindre une perte de la valeur économique du bien, notamment si les pouvoirs publics décident, pour des raisons d'équité et de contraintes budgétaires, de plafonner les indemnisations.

L'enquête réalisée par Hélène Rey-Valette et al. (2018) a cherché à classer les effets de la relocalisation affectant le plus les habitants concernés. Les résultats montrent que la perte de la vue sur la mer puis la perte des souvenirs sont les deux facteurs les plus importants (cf. Figure 15).

| Gradient d'impact | Séparation des voisins | Allongement des trajets (école, médecin...) | Perte de la vue sur mer | Perte des souvenirs |
|-------------------|------------------------|---|-------------------------|---------------------|
| 10 | 32 % | 22 % | 39 % | 36 % |
| 6 à 9 | 7 % | 11 % | 30 % | 25 % |
| 5 | 15 % | 19 % | 12 % | 7 % |
| 1 à 4 | 17 % | 15 % | 12 % | 12 % |
| 0 | 29 % | 32 % | 9 % | 22 % |
| Moyenne | 4,90 | 4,37 | 7,37 | 6,00 |

Source : enquête CEARC LAMETA 2014-2015

Figure 15 - Perceptions des effets de la relocalisation sur les enquêtés concernés

Source : Hélène Rey-Valette et al. (2018)

Cette enquête a également porté sur les intérêts, pour la commune et selon les habitants, d'une politique de relocalisation. Le premier argument, choisi dans 37% des cas, est le maintien ou l'agrandissement des plages, et le renforcement de l'aspect « naturel » du site (motif récréatif et environnemental). Le second argument, choisi dans 27% des cas, est la mise en sécurité définitive des personnes et des biens (motif sécuritaire). Le troisième argument (19% des

réponses) est la réduction des dégâts occasionnés par la submersion et la réduction des coûts portés par la collectivité (motif financier). Au total, les arguments sont plus d'ordre récréatif, environnemental ou sécuritaire (74%) que financiers et économiques (26%).

Enfin, cette enquête a estimé les préférences des individus pour différentes formes de perte de la propriété de leur bien et d'indemnisation. Il était demandé dans un premier temps de choisir la durée de la procédure d'expropriation. Les enquêtés devaient choisir entre une expropriation progressive, échelonnée dans le temps (perte de la propriété en trois périodes de trente ans, telle que proposé par Lambert (2015)), et une expropriation immédiate. 53% des enquêtés préfèrent une perte de propriété échelonnée dans le temps, 27% préfèrent une expropriation immédiate, et 20% n'ont pas su choisir. En ce qui concerne l'indemnisation, 46% préfèrent l'option « *on vous indemnise de la valeur totale de votre logement maintenant et vous pouvez rester jusqu'à [l'échéance du risque] avec une autorisation temporaire d'occupation et en payant un loyer* », 32% on choisit l'option « *on vous indemnise de la totalité de la propriété uniquement à l'échéance et vous prenez le risque que le prix de votre logement ait baissé* ». 22% on choisit l'option « *on vous indemnise partiellement (nue-propriété) de votre logement maintenant mais vous restez gratuitement locataire jusqu'à cette échéance* ».

Concernant le montant des indemnisations, 28% des enquêtés sont favorables à un plafonnement des indemnisations (sachant que la valeur des propriétés en région PACA peut être très élevée), 35% pour une minoration des indemnisations des résidences secondaires, et 62% en faveur d'une moindre indemnisation pour les propriétaires ayant acquis le bien récemment, en connaissant le risque.

Concernant la participation au financement, 64% sont favorables à un financement public national, 20% à un financement régional ou départemental, seulement 3% pour des taxes locales et 12% souhaitent que l'indemnisation soit directement financée par les bénéficiaires (9% par des assurances personnelles et 4% par des taxes de séjour).

Ces différents résultats montrent que l'acceptabilité d'une politique de relocalisation dépend donc de plusieurs facteurs, parmi eux l'anticipation de la perte de propriété, le montant des indemnisations, les critères de modulation de cette indemnisation dans une perspective de justice et d'équité, et l'origine du financement des indemnisations.

3. La nécessité d'un système opérationnel de relocalisation : les modalités proposées par les différents types d'acteurs

La partie précédente a mis en évidence certaines difficultés à la mise en œuvre d'actions d'adaptation des territoires littoraux à l'élévation du niveau de la mer. Parmi les options d'adaptation envisagée, la relocalisation des activités et des biens est celle qui pose sans doute le plus de difficultés. Il y a un besoin juridique concernant la prise en charge du risque de recul du trait de côte, un besoin de nouveaux outils permettant l'optimisation du coût de la relocalisation, un besoin de construire un projet de façon à ce qu'il soit désiré par les habitants du littoral et du rétro-littoral, etc. La présente section présente les différentes pistes qui sont proposées par différents acteurs (politiques, académiques, associatifs).

3.1 La proposition de loi sur l'adaptation des littoraux au changement climatique

La première proposition de loi « portant adaptation des territoires littoraux au changement climatique » a été portée dès 2016, notamment par les députées Pascale Got (PS, Gironde) et Chantal Berthelot (PS, Guyane).

Cette proposition de loi visait à construire de nouveaux outils permettant la mise de place de la relocalisation. Dès l'introduction, les auteurs précisent que « *les problématiques liées aux inondations et aux submersions marines sont désormais bien traitées en France et cette proposition ne revient pas sur les dispositifs récemment mis en place. Elle entend les compléter afin d'apporter des réponses pour faire face au recul du trait de côte* ».

Pour cela, trois nouveaux outils ont été proposés :

-les zones d'autorisation d'activité résiliente et temporaire (ZAART), au sein desquelles certaines constructions sont permises à condition qu'elles puissent être déplacées en fonction du risque. Ces zones viendraient compléter le zonage réglementaire établi par les PPRN. Elles constitueraient une zone intermédiaire entre les zones au sein desquelles les constructions sont interdites ou autorisées sous conditions, et les zones non exposées directement aux risques (Sousse, 2019). L'idée derrière la création d'une ZAART est d'optimiser l'occupation des zones soumises au risque à une échéance donnée. Ces zones sont donc par définition temporaires : il s'agit de permettre la construction de bâtiments démontables ou déplaçables, et de limiter leur occupation dans le temps. L'occupation de ces bâtiments permettrait à la fois de générer des revenus sur une période supplémentaire (pour les propriétaires mais aussi pour la collectivité) et donc d'une certaine manière d'amoindrir le coût de la politique de relocalisation.

L'article 11 prévoit également que les ZAART pourront être des zones de préemption, comportant un droit de délaissement pour les propriétaires des biens. Cela signifie que ce qui signifie que ces derniers peuvent demander à la collectivité de racheter leur bien, mais qu'ils ont la possibilité de choisir de rester en nouant avec la collectivité un bail temporaire, le BRILi (voir ci-dessous). Le prix du bien devra prendre en compte le risque de recul du trait de côte (les modalités de prise en compte ne sont pas précisées dans le texte mais sont censées faire l'objet d'un décret du Conseil d'Etat). Au sein de ZAARTs, l'Etat, les collectivités locales, les établissements publics fonciers et les sociétés d'économie mixte auraient l'interdiction d'aliéner leurs immeubles (Sousse, 2019).

-les zones de mobilité du trait de côte (ZMTC), qui viendraient également compléter le zonage réglementaire des PPRN et qui constitueraient des espaces tampons. A l'intérieur de ces zones, le règlement du PPRN pourrait interdire la construction d'ouvrages de protection en dehors de l'exercice de la compétence Gemapi et pourrait également permettre de s'appuyer sur les solutions fondées sur la nature pour maintenir le trait de côte en préservant les cordons dunaires, les mangroves, les zones humides, qui sont autant de solutions naturelles qui permettent d'accompagner et de ralentir naturellement le recul du trait de côte. Un amendement précise que les activités de culture marine peuvent continuer d'exister sur ces zones. En l'absence de PPRN, l'article 4 indique qu'en l'absence de PPR, « les documents d'urbanisme tiennent compte de l'indicateur de recul du trait de côte ».

-le bail réel immobilier littoral (BRILi), bail qui s'appliquerait dans une ZAART, pour une durée comprise entre 5 ans et la date d'évènement du risque de recul du trait de côte. Si le recul du trait de côte se réalise plus rapidement que la date prévue par le bail, le bail prend fin et le preneur peut bénéficier d'une indemnisation versée par un « fonds d'adaptation au recul du trait de côte » (Sousse, 2019).

De plus, la PPL permet le recours au fonds Barnier pour l'indemnisation des victimes de l'érosion (cf l'exemple du Signal) jusqu'à la date du 1^{er} janvier 2022. A partir de cette date, et lorsqu'un PPRN identifiant le risque de recul du trait de côte a été approuvé, le fonds Barnier ne prendrait plus en charge l'indemnisation des propriétaires soumis à ce risque, sauf exception, notamment lorsque les biens sont soumis à un risque dont l'avènement est inférieur à 10 ans.

Enfin, un des volets de la PPL porte sur l'amélioration de la disponibilité et de la visibilité de l'information sur le risque d'une habitation pour les propriétaires et les locataires. Le texte indique que les professionnels de l'immobilier devront informer les acquéreurs ou locataires d'un bien situé sur une zone à risque en signalant explicitement le risque lorsque le bien est situé sur une ZAART.

Lors des différentes lectures, certains amendements adoptés cherchent à assouplir les règles de la loi Littoral. En première lecture, le Sénat adopte un amendement permettant de construire dans les « dents creuses », c'est-à-dire entre deux terrains déjà construits et offrant la possibilité d'implanter des zones d'activités économiques en dehors des espaces proches du rivage. En seconde lecture, l'Assemblée Nationale adopte un amendement qui permet à certaines exploitations (agricoles, aquacoles, et forestières) de s'implanter en discontinuité des villages et agglomérations, sous réserve de l'autorisation du préfet et de la commission départementale de la nature. Le changement de destination de ces installations est en revanche interdit.

Ces dérogations à la loi Littoral déclenchent un levier de bouclier. En janvier 2017, le conseiller municipal Jean-Laurent Felizia (Lavandou, Var) rédige la pétition « Ne touchez pas à la loi Littoral » qui sera signée par plus de 360 000 personnes. Par ailleurs, la Fédération des Parcs Naturels Régionaux de France déposent une motion, déclarant qu'il « *apparaît que les modifications apportées lors de cette lecture par le Sénat et en particulier celles relatives à l'article 9A vont à l'encontre des objectifs de la loi initiale concernant l'évolution du trait de côte, en donnant la possibilité de davantage urbaniser le littoral, fragilisant ainsi les équilibres écologiques, socio-économiques et paysagers de ces espaces sous pression. La Fédération des Parcs Naturels régionaux de France et les 51 parcs naturels régionaux demandent donc à l'Assemblée Nationale et au Gouvernement de revenir à l'esprit du texte de loi initial en supprimant les modifications apportées par le Sénat* »⁵⁴.

La rapporteure de la proposition de loi Pascale Got déclare, lors de la 2^{ème} lecture à l'Assemblée Nationale : « *Chers collègues, je vous demande d'arrêter le kidnapping de cette proposition de loi sur le recul du trait de côte. Je m'adresse à tous ceux qui se sont égarés, à tous ceux qui voudraient prendre, ce soir, le chemin de la déraison emprunté par certains sénateurs pour détricoter la loi Littoral : vous vous trompez de texte !* ».

⁵⁴<https://www.parcs-naturels-regionaux.fr/article/motion-de-la-federation-des-parcs-naturels-regionaux-de-france-sur-la-proposition-de-loi>

Le texte pose donc deux problèmes : les dérogations à la loi Littoral et le financement du dispositif⁵⁵. Avec le changement de législature en juillet 2017, la proposition de loi est abandonnée, puis reprise quelques mois plus tard par de nouveaux sénateurs. Cette fois, c'est le sénateur Michel Vaspert (LR, Côtes d'Armor) qui porte la proposition, qui reprend en grande partie la première proposition. Le travail parlementaire, qui avait commencé dès septembre 2017, s'arrête le 31 janvier 2018, lors de la première lecture par l'Assemblée Nationale.

On peut noter au passage que les assouplissements de la loi littoral sur les dents creuses, voulus par certains Sénateurs, sont finalement passés au sein d'amendements dans la loi ELAN en 2018.

Aujourd'hui, il semblerait que le gouvernement prépare un projet de loi sur le sujet⁵⁶. Brune Poirson, qui a exprimé la position du gouvernement sur le sujet, affirme qu'il n'y aura pas de remise en cause de la loi Littoral, mais exclut le recours au fonds Barnier pour l'indemnisation des victimes de l'érosion. Le ministère de la transition écologique et solidaire a par ailleurs mené au cours de l'année 2018 des ateliers participatifs sur les enjeux de l'adaptation des littoraux au changement climatique (ateliers « Dynamiques littoral »), probablement afin de nourrir le projet de loi du gouvernement. Enfin, le Premier Ministre vient de nommer Stéphane Buchou, député de Vendée, à la présidence d'une mission parlementaire sur l'adaptation des territoires littoraux face à l'évolution du trait de côte. Cette mission parlementaire vise à préparer les futurs débats législatifs.

⁵⁵<https://www.lagazettedescommunes.com/547396/adaptation-du-littoral-au-changement-climatique-le-gouvernement-annonce-un-projet-de-loi/>

⁵⁶ *Ibi*

Faut-il modifier la loi Littoral pour permettre l'adaptation au changement climatique ?

La loi relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral, dite loi Littoral, date de 1986. L'objectif de cette loi est double : il s'agit d'une part de maîtriser l'urbanisation du littoral, qui est galopante à l'époque où la loi a été rédigée, et d'autre part de permettre le libre accès au littoral à tous, via les sentiers littoraux. Plus de trente ans après son adoption, la situation est paradoxale. Les français plébiscitent cette loi (d'après un sondage datant de 2014 et réalisé par le magazine Sud-Ouest, 91% des personnes interrogées sont attachées à la loi Littoral). Pour autant, elle a généré et continue de générer beaucoup de contentieux et est ainsi toujours la cible d'attaques de la part de certains parlementaires qui veulent l'affaiblir. Cela a notamment été le cas à travers la loi ELAN⁵⁷ et la proposition de loi sur l'adaptation des littoraux au changement climatique. Certains amendements apportés par le Sénat à la proposition de loi portant sur l'adaptation des territoires littoraux au changement climatique permettaient de déroger à certains principes de la loi Littoral (*cf supra*). La seconde proposition de loi, portée cette fois-ci par le sénateur Michel Vaspert, permettait de déroger au principe de continuité de l'urbanisation existante par la densification des hameaux (Sousse, 2019).

Pour les défenseurs d'un maintien de la loi Littoral en l'état, une modification de cette dernière, et notamment la possibilité de construire en discontinuité de l'urbanisation existante risquerait d'engendrer un mitage du territoire. Ceux en faveur d'une modification de certains principes de la loi Littoral considèrent quant à eux que les nouveaux outils juridiques permettant l'adaptation au recul du trait de côte, et notamment la recomposition territoriale, tels que le BRILi ou la ZART, ne sont pas suffisants pour permettre de déplacer les enjeux. En effet, l'expérimentation réalisée à Labenne, dans le cadre de l'appel à projets « Relocalisation des activités et des biens » du Ministère de l'environnement, a montré que la loi Littoral empêchait de déconstruire un bâtiment à vocation commerciale et de le reconstruire plus loin dans la même commune, car cela contreviendrait au principe de continuité de la loi Littoral. Le GIP Littoral, propose de considérer la notion de transfert d'urbanisation qui permettrait de déplacer les enjeux au sein d'une même commune.

D'après Sousse (2019), on trouve chez les défenseurs d'une modification de la loi Littoral cinq propositions de dérogation : la dérogation au principe de continuité par une densification des constructions (article L 121.8 du code de l'urbanisme), la suppression de la notion de hameau nouveau, l'adoption du principe selon lequel l'urbanisation en continuité ne fait pas obstacle à la réalisation d'annexes aux constructions existantes, le comblement des dents creuses, et l'extension du dispositif dérogatoire prévu afin de favoriser le développement de l'agriculture (article L 121-10). Le principe de continuité de l'urbanisation consiste à ne permettre l'extension de l'urbanisation qu'en continuité avec l'existant, ceci afin de limiter le mitage. Il s'applique sur l'ensemble du territoire d'une commune littorale, indépendamment de la distance au rivage (Sousse 2019). C'est notamment cette disposition qui, pour certains, empêcherait la relocalisation des activités et des biens à distance du rivage.

Pour les tenants d'une modification de la loi Littoral, la proposition permettant le comblement des dents creuses dans les hameaux existants serait un moyen de densifier ces derniers, et d'éviter ainsi la création de hameaux nouveaux. D'après Sousse (2019), cette proposition est celle qui est la plus consensuelle. Pourtant, le risque d'une urbanisation non maîtrisée demeure, étant donné qu'il n'existe pas de définition claire d'un hameau. Il faudrait également définir ce que signifie le comblement des dents creuses. En outre, l'auteur précise qu'il n'est pas si juste de dire que le comblement des dents creuses permet de limiter le développement des hameaux nouveaux, d'une part parce que ces derniers restent très marginaux, et d'autre part parce qu'il existe des alternatives au comblement des dents creuses pour limiter plus efficacement la consommation d'espaces.

Encadré 2 - Faut-il modifier la loi Littoral ?

⁵⁷ <https://www.actu-environnement.com/ae/news/Conseil-constitutionnel-loi-Elan-littoral-32393.php4>

3.2 Le gouvernement se saisit des enjeux de la relocalisation à travers la Mission d'Inspection Interministérielle du Comité National de suivi de la gestion intégrée du trait de côte

Dans le cadre du Comité national de suivi de la gestion intégrée du trait de côte, mis en place en janvier 2018, le gouvernement a confié une mission d'inspection à l'IGF (Inspection générale des finances), l'IGA (Inspection générale de l'administration) et au CGEDD (Conseil général de l'environnement et du développement durable) sur le financement de la recomposition spatiale des territoires littoraux. Les principales sujets traités sont :

- l'amélioration de la connaissance scientifique du phénomène de recul du trait de côte
- le développement de l'information auprès des élus et des citoyens, notamment à travers une amélioration du dispositif d'information des acquéreurs et des locataires
- la mise en place de stratégies locales de gestion du trait de côte
- la prise en compte des écosystèmes naturels dans l'adaptation des territoires littoraux, ce qui renvoie notamment aux solutions fondées sur la nature
- l'accompagnement des collectivités locales s'engageant dans des projets de recomposition spatiale à travers une contractualisation avec l'Etat et des financements reposant sur la solidarité littorale.

Le rapport de la mission⁵⁸ d'inspection contient 13 propositions⁵⁹. En ce qui concerne le financement de la recomposition spatiale, la solidarité nationale *via* le recours au fonds Barnier serait abandonnée au profit d'une solidarité locale^{60 61}. Un nouveau fonds serait créé, le Fonds d'Aide à la Recomposition du Littoral (FARL) et différentes pistes sont proposées pour abonder ce fonds : une augmentation de 0.2% du taux de la taxe communale additionnelle sur les droits de mutation, qui conduirait à des recettes d'environ 54 millions d'euros par an, soit 1.1 milliard sur 20 ans), ou un prélèvement de 0.2% sur les recettes réelles de fonctionnement des intercommunalités et communes du littoral.

Une autre proposition consisterait à rendre systématique la réalisation d'une cartographie des aléas et de l'inclure dans les documents d'urbanisme. Les propriétaires ayant acquis leur bien dans une zone à risque après l'élaboration d'une telle cartographie ne pourront prétendre à une indemnisation, étant donné qu'ils auraient acquis ce bien en étant informés du risque à venir. Il est également question de plafonner le montant des indemnisations à 240 000 euros par maison ou appartement. Les auteurs du rapport recommanderaient également de rendre obligatoire l'élaboration d'une stratégie locale de gestion du trait de côte pour les intercommunalités, dans

⁵⁸ <http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/recomposition-spatiale-des-territoires-littoraux-a2738.html>

⁵⁹ <https://www.lagazettedescommunes.com/618578/la-mission-dinspection-erosion-devoile-des-propositions-tres-attendues/>

⁶⁰ <https://www.lagazettedescommunes.com/618578/la-mission-dinspection-erosion-devoile-des-propositions-tres-attendues/>

⁶¹ <https://www.sudouest.fr/2019/05/03/bassin-d-arcachon-un-fonds-pour-l-erosion-finance-par-les-frais-de-notaire-6038427-2733.php>

le cadre de la compétence Gemapi. Afin de maîtriser l'urbanisation sur les zones à risques, le rapport proposerait d'instaurer un droit de préemption sur les zones identifiées comme soumises au recul du trait de côte, et la délivrance de permis de construire sur ces zones serait interdite.

A la suite de cette restitution, le premier ministre a nommé Stéphane Buchou, député de Vendée et président du comité national de suivi de la gestion intégrée du trait de côte, à la tête d'une mission d'information parlementaire sur l'évolution des littoraux face au recul du trait de côte. Cette mission d'information devrait durer six mois et déboucher sur la remise d'un rapport au premier ministre afin de permettre l'élaboration d'une loi d'ici la fin de l'année 2019 ou le début de l'année 2020.

3.3 La méthode MAREL : une réponse juridique et socio-économique au recul du trait de côte

Les universitaires se sont également saisis des problématiques liées à la recomposition spatiale et certains d'entre eux proposent différents outils permettant la mise en œuvre d'une recomposition spatiale des territoires qui soit juste et équitable.

Lambert (2015) propose la méthode MAREL⁶² (Méthode d'Anticipation du Recul sur le Littoral) qui présente quatre points⁶³ :

- l'étalement dans le temps de la perte du droit de propriété pour les propriétés menacées par l'érosion (2 ou 3 échéances)
- la modulation des indemnisations dans une optique d'équité, c'est-à-dire en donnant la priorité aux personnes les plus vulnérables
- la conversion de la bande littorale menacée en domaine public littoral, sur le modèle du domaine public maritime, et qui viendrait s'ajouter à celui-ci, ou en patrimoine commun littoral. Les deux notions se distinguent par le fait que dans le premier cas, le propriétaire du domaine est l'Etat, tandis que dans le second cas il n'y pas d'appropriation mais uniquement usage commun.
- la renaturation du littoral (végétalisation des dunes, maintien des herbiers de posidonies ou de zostères, mangroves, etc.)

L'étalement dans le temps de la perte du droit de propriété.

Ce mécanisme repose sur l'idée que le droit de propriété présente trois composantes : l'*abusus*, le *fructus* et l'*usus*. Il consiste à démembrer le droit de propriété composante par composante,

⁶² Développée dans le cadre de plusieurs projets de recherche (VuLiGAM-PIRVE, 2011, CamAdapt-LITEAU, 2014 et AlternaLiVE-Fondation de France)

⁶³ « Faire avec » l'érosion côtière, entre relocalisation et solutions fondées sur la nature, 2^{ème} Colloque National science et société, Pour l'adaptation des territoires aux changements climatiques – risques, ressources, transition, Marseille, décembre 2018

avec une durée de trente ans pour chaque composante. Autrement dit, à partir de la date initiale, le propriétaire aura le droit d'occuper ou de louer son bien mais perd son droit d' *abusus* , c'est-à-dire le droit de le céder (vendre ou céder lors d'un héritage) pendant les trente premières années, puis perd le droit de le louer (le *fructus*) tout en conservant le droit de l'occuper pendant les trente années suivantes, et perd enfin, au cours des trente dernières années, le droit d'occuper son bien (l'*usus*).

Cette proposition de nouveau mécanisme repose sur le constat qu'à l'heure actuelle, les outils juridiques permettant l'abandon des bâtiments sont extrêmes. La première voie est l'expropriation, telle qu'elle a par exemple été pratiquée dans les zones noires après *Xynthia*. Cette solution autoritaire n'est généralisable à l'ensemble des abandons à venir car le fonds Barnier n'est pas suffisant pour financer, au prix du marché et sans prise en compte du risque, toutes les expropriations à venir. La seconde voie est d'attendre l'élévation du niveau de la mer et l'incorporation automatique des biens menacés dans le domaine public maritime, ce qui ne donne droit à aucune indemnisation.

L'introduction de critères d'équité pour l'indemnisation

Jusqu'à présent, l'indemnisation reposait sur la solidarité nationale. Le rachat des biens se faisait au prix du marché, sans tenir compte du risque et de la dévaluation associée, et était financé par le recours au fonds Barnier, qui est lui-même alimenté par la prime CatNat payé par chaque personne ayant souscrit un contrat d'assurance habitation. En 2010, le dispositif a été élargi pour permettre au fonds Barnier d'indemniser les victimes de submersion marine. En revanche, il ne permet toujours pas l'indemnisation des victimes de l'érosion côtière, comme l'a rappelé le cas des habitants du Signal, à Soulac-sur-Mer, en Gironde.

Etant donné le nombre croissant de biens à indemniser dans les années à venir et la valeur souvent très élevée du patrimoine bâti sur le littoral métropolitain, le fonds Barnier ne pourra pas supporter de telles dépenses. Le taux de prélèvement de la prime CatNat est déjà passé de 2% à 12% au cours des années 2000. Par ailleurs, cette solidarité nationale soulève certaines questions d'équité, étant donné le profil de certains propriétaires de biens sur le littoral (taux de résidences secondaires élevé, revenus importants, etc.).

Lambert (2015) propose de s'appuyer sur les critères suivants pour moduler le taux d'indemnisation : le statut d'occupation (résidence principale ou secondaire), la capacité fiscale du propriétaire, l'usage professionnel ou non du bien (pour des activités de pêche ou de conchyliculture par exemple), ou encore l'attachement familial du bien, mesuré par une occupation du bien sur plusieurs générations. Consciente qu'un tel dispositif se heurterait au principe d'égalité devant les charges publiques, l'auteure propose de s'appuyer sur le droit international, et notamment sur la notion de « responsabilité commune mais différenciée » qui permet de tenir compte du niveau de richesse des Etats dans la répartition des efforts d'atténuation et d'adaptation.

Comme mentionné plus haut, l'étude de Rey-Valette et al. (2014) interroge les préférences des individus pour les modalités d'une modulation de l'indemnisation des victimes du recul du trait de côte. Rappelons les résultats : 30% des enquêtés ont une préférence pour la priorité donnée aux résidences principales, 30% ont une préférence pour une indemnisation au prix du marché, 14% ont une préférence pour une réduction du montant des indemnisations dans le cas où les

propriétaires du bien sont informés du risque au moment de l'achat (principe de responsabilité). Respectivement 12% et 10% des enquêtés ont une préférence pour une prise en compte du revenu du propriétaire dans la modulation de l'indemnisation ou pour une prise en compte de l'attachement au bien (mesuré par l'ancienneté de la propriété). Les résultats varient également entre les communes littorales et les communes rétro-littorales : l'indemnisation au prix du marché est la plus souvent retenue dans le premier cas, tandis que le principe de responsabilité est plus souvent retenue dans le second cas.

La création d'un domaine public littoral (DPL)

Lambert (2015) propose la création d'un domaine public littoral, qui serait basé sur une bande des cent ans et s'ajouterait au domaine public maritime. La bande des cent ans représenterait le périmètre concerné par l'érosion sur une durée de cent ans. Cette dénomination fait référence à la bande des cent mètres de la loi Littoral, à l'intérieur de laquelle les constructions sont proscrites. Sur le domaine de la bande des cent ans, l'inconstructibilité serait la règle, et les usages pourraient être différenciés en fonction du lieu : zone protégée Natura 2000, Trame Verte et Bleue, activités agricoles réversibles (pâturages), etc.

3.4. Le GIP Littoral inscrit dans une démarche de territoire

A la suite de l'expérimentation « Relocalisation des activités et des biens » lancée par le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire en 2012, le GIP Littoral a publié ses propositions.

Le GIP Littoral

Le GIP Littoral, anciennement GIP Littoral Aquitain, est un groupement d'intérêt public réunissant l'Etat, le conseil régional de Nouvelle-Aquitaine, les conseils départementaux de Charente-Maritime, de Gironde, des Landes et des Pyrénées-Atlantiques ainsi que les communautés d'agglomération et les communautés de communes de ces quatre départements. Il se définit comme un « lieu de

production d'études à caractère prospectif» et comme « un outil de concertation, de mise en cohérence des projets, d'échanges d'expériences et de diffusion de bonnes pratiques entre ses membres et partenaires ».

Le GIP Littoral a depuis de nombreuses années développé une expertise sur la problématique de l'érosion. Il a répondu à l'appel à projet « Relocalisation des activités et des biens » au côté de trois collectivités aquitaines. Il a piloté l'élaboration de la stratégie régionale de gestion de la bande côtière et a accompagné les collectivités locales dans l'élaboration des stratégies locales de gestion de la bande côtière.

De façon plus générale, la région Nouvelle-Aquitaines semble être une région relativement en avance sur les problématiques liées aux risques littoraux et à l'adaptation au changement climatique, très probablement parce qu'elle est également l'une des régions les plus vulnérables. Dès 1996, l'Observatoire de la Côte Aquitaine était lancé. En 2012, Acclimatterra, le groupement régional d'expert sur le climat de la région Nouvelle-Aquitaine, publiait son premier rapport sur les conséquences du changement climatique à l'échelle de l'Aquitaine. Cependant, cette avance se manifeste principalement par des publications scientifiques et des documents stratégiques, mais encore trop peu par des mesures concrètes.

Créer un droit de délaissement avec une décote annuelle pour les secteurs sans protection et où l'anticipation est possible.

Cette première proposition s'appuie d'un double constat. D'une part, toute déconstruction d'un bâtiment doit avoir fait l'objet d'une appropriation préalable. Or, le recul du trait de côte ne fait l'objet d'aucun dispositif d'appropriation publique. D'autre part, le coût des opérations d'acquisition, de destruction et de relocalisation d'un bien est très élevé.

Le droit de délaissement permet aux propriétaires de demander à la puissance publique de racheter leur bien, et permet à cette dernière d'exploiter le bâtiment avant sa destruction, ce qui permettrait de percevoir des loyers et de réduire ainsi le coût total de l'opération

La décote annuelle permettrait également d'amoinrir le coût de l'acquisition du bien par l'Etat ou la collectivité, et rendrait cette acquisition plus acceptable socialement.

Si les propriétaires menacés par le risque de recul du trait de côte ne se saisissent pas de leur droit de délaissement, l'expropriation serait alors la voie suivie, et le GIP Littoral recommande de baser l'indemnisation sur une valeur décotée du bien.

Rendre possible l'expropriation de la nue-propriété pour les secteurs où une protection temporaire est réalisée

La proposition du GIP Littoral consiste à exiger en contrepartie de la réalisation d'ouvrages publics de protection la cession de la nue-propriété. Une telle proposition se justifie par le fait que la construction de l'ouvrage de protection maintient une valeur économique pour le

propriétaire par comparaison au scénario sans protection. L'ouvrage de protection permet en effet au bâtiment d'exister plus longtemps, et les propriétaires peuvent ainsi continuer d'en tirer une valeur d'usage, une valeur locative ou une valeur vénale en cas de revente du bien.

Financer les mesures de gestion du risque de recul du trait de côte : trouver un équilibre entre national, local et participation des propriétaires

Le GIP Littoral met en avant l'asymétrie des dispositifs existants pour les risques d'inondation et de submersion et les risques d'érosion. En ce qui concerne le risque d'inondation, les collectivités locales peuvent choisir de prélever la taxe Gemapi afin de financer les ouvrages de protection contre les inondations. Au niveau national, le fonds Barnier est mobilisé pour financer les PAPI et financer les expropriations ou les acquisitions à l'amiable de biens menacés par une inondation ou une submersion marine. En revanche, il n'y a pas de dispositif similaire pour le financement des actions de gestion du risque de recul du trait de côte. Pourtant, dans certaines situations, la construction ou le renforcement d'ouvrage de protection peut s'avérer judicieux pour gérer le risque à court-terme, avant de mettre en place la relocalisation des biens menacés (c'est le choix retenu par la mairie de Lacanau). D'autre part, il s'agit de trouver des sources de financement pour les programmes de relocalisations des activités et des biens. Si le GIP Littoral ne propose pas de solution concrète, il réaffirme le principe d'une participation financière des propriétaires et d'un équilibre entre une solidarité locale et une solidarité nationale.

Introduire la notion de transfert d'urbanisation à capacité d'accueil constante pour permettre la réimplantation

Cette proposition vise à apporter des modifications à la loi Littoral afin de permettre de ne pas considérer une reconstruction effectuée dans le cadre d'une relocalisation comme une nouvelle urbanisation. La loi Littoral impose de réaliser les nouvelles urbanisations en continuité d'une zone déjà urbanisée (cf *Encadré 2*). Le GIP Littoral souhaite que l'on considère une opération de relocalisation (déconstruction puis reconstruction en dehors d'une zone à risque) non plus comme une urbanisation nouvelle mais comme un transfert d'urbanisation.

Conclusion

Le changement climatique va profondément modifier les littoraux métropolitains. L'augmentation de la température et la baisse du pH des océans, la stratification océanique, ou encore la désoxygénation sont autant de menaces pour la biodiversité littorale, tandis que l'élévation du niveau de la mer va amplifier les phénomènes d'érosion et de submersion.

L'enjeu de la connaissance et de l'information est transversal aux différentes stratégies d'adaptation. Lors de l'élaboration des PPRL, la cartographie des aléas est souvent l'étape la plus difficile à mettre en œuvre, notamment parce que les scénarios d'aléas ne sont pas partagés par tous les acteurs. Les phénomènes d'érosion et de submersion sont difficiles à modéliser, et l'impact du changement climatique à horizon 2100 l'est encore plus. La projection retenue, celle d'une élévation du niveau de la mer de +60cm, n'est pas partagée par tous les acteurs. Cette incertitude sur l'évolution du trait de côte et sur les risques de submersion servent parfois de prétexte aux opposants à la réglementation de l'urbanisation par les PPRL. Certains élus voudraient revoir les hypothèses à la baisse afin que le développement économique de leur commune ne soit pas entravé, de même que certains habitants qui craignent la perte de valeur économique pour leur bien ou leur activité professionnelle. A l'inverse, certains plaident pour une prise en compte des hypothèses extrêmes d'élévation du niveau de la mer, afin d'éviter le risque d'une mal-adaptation.

L'absence d'une information sur le niveau de risque est par ailleurs problématique dans le contexte d'une forte attractivité résidentielle du littoral. Les marchés immobiliers ne reflètent pas le niveau d'exposition des biens aux risques littoraux. Dans ce cas, le coût de la relocalisation restera toujours très élevé, car le coût global de l'opération comprend l'acquisition des biens à délocaliser par la puissance publique, qui se fait au prix du marché, sans prise en compte du risque.

Les promoteurs de la renaturation et du recours aux solutions fondées sur la nature soulignent que ces options d'adaptation pâtissent de l'incertitude qui entourent leur mise en œuvre et de l'absence d'expérimentation témoin. En effet, par comparaison avec les ouvrages de protection en dur, dont on peut modéliser le fonctionnement et ainsi prévoir le dimensionnement adéquat, la végétalisation des dunes ou la dépoldérisation ne sont pas facilement réductibles à un système d'équations. Il en résulte qu'élus ou habitants sont réticents à choisir une option dont ils ne connaissent pas *ex-ante* les résultats. Pour pallier le manque d'information et d'exemples de mise en œuvre réussie, il est nécessaire de multiplier les expérimentations, qui pourront ensuite servir de témoin afin de convaincre les décideurs et les populations du bien-fondé de ces solutions. C'est dans cette optique que le Conservatoire du Littoral conduit le projet *Adapto*, qui développe dix expérimentations de gestion souple du trait de côte, afin de pouvoir par la suite démontrer la faisabilité et les résultats de ce mode de gestion.

D'autre part, l'adaptation des territoires littoraux soulève la question du financement des actions d'adaptation, et notamment de la relocalisation. Les opérations de protection du littoral par du génie côtier ou de relocalisation des enjeux sont particulièrement coûteuses. Il faut dans un cas financer la construction ou le confortement d'ouvrage de protection, et dans l'autre indemniser les propriétaires ou les locataires de logements ou de locaux d'activité qui seront déplacés, acquérir du foncier, gérer la démolition des bâtiments (désamiantage, dépollution), déplacer les

réseaux (eau, électricité, ...), etc. Des mécanismes qui permettent de minimiser le coût global de ces opérations sont nécessaires, et notamment concernant l'indemnisation des propriétaires. Plusieurs propositions ont émergé ces dernières années : indemnisation non pas à la valeur vénale du bien mais à la valeur d'usufruit sur une période fixée, décote progressive du bien en fonction du risque, perte progressive du droit de propriété, création d'un bail temporaire, etc.

Se pose également la question de la répartition de ce coût. Faut-il faire reposer le financement de la relocalisation sur la solidarité nationale, comme cela est le cas pour l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles, ou imaginer des mécanismes de solidarité au niveau local ? Faut-il moduler les indemnisations afin de tenir compte des impératifs de justice environnementale ? Quels seraient dans ce cas les critères d'équité ? Là encore, certaines propositions commencent à émerger : modulation en fonction du revenu, de l'attachement au bien, d'un éventuel lien entre l'activité professionnelle du ou des occupants et l'utilisation du bâtiment, etc.

Enfin, ces travaux ont mis en évidence le besoin de clarifier les besoins et les responsabilités des différents acteurs. Les interventions réglementaires de l'Etat à travers les PPRN ne sont pas toujours bien acceptées par les élus locaux, qui lui reprochent d'intervenir sur un terrain qu'il ne connaît pas. A l'inverse, les conséquences d'une mauvaise réglementation de l'urbanisme sont supportées directement par les victimes d'une submersion ou d'un recul du trait de côte, et indirectement par l'Etat pour l'indemnisation des victimes. De même, en ce qui concerne la relocalisation se pose également la question de l'échelle de la prise de décision. D'après Mineo-Kleiner et Meur-Ferec (2016), l'échelon communal ne serait pas adapté à la prise de décision concernant la mise en œuvre d'une relocalisation, car d'une part les élus seraient trop exposés à la population, et d'autre part les communes ne disposent pas toujours des moyens humains, techniques et financiers pour la mise en œuvre de la relocalisation. Cependant, les acteurs interrogés soulignent le fait que les décisions prises par l'échelon régional ou national sont systématiquement contestées. L'échelle de décision pertinente serait donc l'échelle intercommunale. En revanche, le périmètre de la solidarité concernant le financement de la politique de relocalisation doit encore être débattu, diverses propositions ont ainsi été présentées dans ce rapport. En ce qui concerne le financement et la gestion des ouvrages de protection, les personnes interrogées soulignent les tensions qui entourent le transfert de la compétence Gemapi. A l'heure actuelle, il est de la responsabilité des intercommunalités de financer et d'entretenir les ouvrages de protection, et elles ont la possibilité pour cela de lever une taxe *ad hoc*, ceci dans un contexte où les régions font de plus en plus le choix de ne plus participer aux ouvrages de maintien du trait de côte. Les intercommunalités font valoir qu'elles ne disposent pas des moyens techniques et financiers pour assumer seules cette responsabilité. A l'inverse de certains élus qui critiquent la place trop importante prise par l'Etat dans l'élaboration des politiques de maîtrise de l'urbanisation, d'autres dénoncent le manque d'engagement de la part de l'Etat. C'est par exemple le cas du maire de la commune de Grande-Synthe (commune littorale du Nord) qui, très récemment, a attaqué l'Etat en justice pour inaction climatique, d'une part en critiquant le manque d'ambition du gouvernement en matière de réduction des émissions de GES, et d'autre part en dénonçant la faiblesse du nouveau Plan National d'Adaptation au Changement Climatique. Ce qui est certain, c'est que de nombreux acteurs de terrain, y compris les services de l'Etat, attendent avec impatience les nouvelles directions concernant la politique d'adaptation au recul du trait de côte.

Les différentes réflexions menées autour de l'adaptation du littoral au changement climatique montrent que des changements structurels sont nécessaires. Pour de nombreux spécialistes, la relocalisation des biens immobiliers menacés par le recul du trait de côte ou la submersion requiert de questionner la propriété privée, le système d'indemnisation fondée sur la solidarité nationale, le rapport à l'occupation du territoire, le désir de rivage, etc. Mais la recomposition spatiale du littoral peut s'accompagner de nombreux co-bénéfices : accès pour tous au littoral, atténuation des autres pressions anthropiques liées à l'occupation du littoral (pollution de l'eau des sols, etc.), réduction des inégalités, redéploiement d'espaces pour la biodiversité, nouvelle forme de tourisme, etc. Il est nécessaire de ne pas oublier ces aspects positifs, qui seront la condition *sine qua non* pour un projet d'adaptation du littoral à l'élévation du niveau de la mer qui soit désiré.

Bibliographie

- Acclimaterra. 2018. « Anticiper les changements climatiques en Nouvelle-Aquitaine. Pour agir dans les territoires ». *Éditions Région Nouvelle-Aquitaine*.
- Adloff, Fanny, Samuel Somot, Florence Sevault, Gabriel Jordà, Roland Aznar, Michel Déqué, Marine Herrmann, et al. 2015. « Mediterranean Sea Response to Climate Change in an Ensemble of Twenty First Century Scenarios ». *Climate Dynamics* 45 (9-10): 2775-2802. <https://doi.org/10.1007/s00382-015-2507-3>.
- Albouy, Camille, Laure Velez, Marta Coll, Francesco Colloca, François Le Loc'h, David Mouillot, et Dominique Gravel. 2014. « From Projected Species Distribution to Food-Web Structure under Climate Change ». *Global Change Biology* 20 (3): 730-41.
- Bamber, Jonathan L., Michael Oppenheimer, Robert E. Kopp, Willy P. Aspinall, et Roger M. Cooke. 2019. « Ice Sheet Contributions to Future Sea-Level Rise from Structured Expert Judgment ». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, mai, 201817205.
- Bawedin, Vincent. 2004. « La dépoldérisation, composante d'une gestion intégrée des espaces littoraux ? Prospective sur le littoral picard et analyse à la lumière de quelques expériences ». *Les Cahiers Nantais* 2004-01 (61): 11-20.
- Bazin, Patrick, et Didier Olivry. 2017. « Focus - Le programme Adapto et les premières réflexions menées sur le site de la baie de Lancieux ».
- Beaugrand, Grégory, et Eric Goberville. 2010. « Conséquences des changements climatiques en milieu océanique ». *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, n° Hors-série 8 (octobre).
- Berger, Annabelle, et Vincent Caumont. 2014. « Risque de submersion marine et marchés fonciers et immobiliers sur le littoral du Nord-Pas-de-Calais ».
- Breitburg, Denise, Lisa A. Levin, Andreas Oschlies, Marilaure Grégoire, Francisco P. Chavez, Daniel J. Conley, Véronique Garçon, Denis Gilbert, Dimitri Gutiérrez, et Kirsten Isensee. 2018. « Declining oxygen in the global ocean and coastal waters ». *Science* 359 (6371): eaam7240.
- Brum, Jennifer R., J. Cesar Ignacio-Espinoza, Simon Roux, Guilhem Doucier, Silvia G. Acinas, Adriana Alberti, Samuel Chaffron, et al. 2015. « Patterns and Ecological Drivers of Ocean Viral Communities ». *Science* 348 (6237): 1261498.
- Cai, Wenju, Simon Borlace, Matthieu Lengaigne, Peter van Rensch, Mat Collins, Gabriel Vecchi, Axel Timmermann, et al. 2014. « Increasing Frequency of Extreme El Niño Events Due to Greenhouse Warming ». *Nature Climate Change* 4 (2): 111-16.
- CEPRI. 2016. « Les collectivités territoriales face aux risques littoraux ; élaborer et mettre en oeuvre une stratégie de réduction du risque de submersion marine ». Les guides du CEPRI.
- CESERs de l'Atlantique. 2015. « Submersion marine et érosion côtière. Connaître, prévenir et gérer les risques naturels littoraux sur la façade Atlantique ».
- CGDD. 2017. « Des pressions plus fortes en bord de mer, surtout dans les territoires ruraux et périurbains ». *Data-Lab*.
- CGDD, et UICN. 2018. « EFESE. Le service de régulation de l'érosion côtière en Aquitaine. »
- Cheng, Lijing, John Abraham, Zeke Hausfather, et Kevin E. Trenberth. 2019. « How Fast Are the Oceans Warming? » *Science* 363 (6423): 128-29.
- Clus-Auby, Paskoff, et Verger. 2004. « Impact du changement climatique sur le patrimoine du Conservatoire du Littoral - Scenarios d'érosion et de submersion à l'horizon 2100 ».
- Cour des Comptes. 2012. « Les enseignements des inondations de 2010 sur le littoral Atlantique (Xynthia) et dans le Var ».
- DGPR. 2014. « Plans de prévention des risques naturels (PPR). Risques d'inondation. Guide méthodologique. »
- Direction générale de la Santé. 2009. « Impacts du changement climatique sur la santé en France Eléments de coûts ».
- Fédération française de l'assurance. 2015. « Impact du changement climatique sur l'assurance à l'horizon 2040 ».

- Gattuso, J.-P., Alexandre Magnan, Raphaël Billé, William WL Cheung, Ella L. Howes, Fortunat Joos, Denis Allemand, Laurent Bopp, Sarah R. Cooley, et Caroline M. Eakin. 2015. « Contrasting futures for ocean and society from different anthropogenic CO2 emissions scenarios ». *Science* 349 (6243): aac4722.
- GIP Littoral Aquitain. 2012. « Stratégie régionale de gestion de la bande côtière. Sensibilité régionale à l'érosion côtière. »
- . s. d. « Relocalisation des activités et des biens en Aquitaine. Enseignements et problématiques ».
- Gobler, Christopher J., Owen M. Doherty, Theresa K. Hattenrath-Lehmann, Andrew W. Griffith, Yoonja Kang, et R. Wayne Litaker. 2017. « Ocean Warming since 1982 Has Expanded the Niche of Toxic Algal Blooms in the North Atlantic and North Pacific Oceans ». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114 (19): 4975-80. <https://doi.org/10.1073/pnas.1619575114>.
- Gouguet, Loïc. 2018. *Guide de gestion des dunes et des plages associées*. Quae. Guide pratique.
- Goupil, Josseau, et Schlumberger. 2017. « Préparer le littoral à la montée des eaux : Dolus d'Oléron comme laboratoire d'un aménagement résilient - Cahiers du DSAd'architecte urbaniste 2016-2017 ».
- GREC-PACA. 2017. « La mer et le littoral de Provence-Alpes-Côte d'Azur face au changement climatique ». Cahier thématique du groupe de travail « mer et littoral ».
- Hénaff, A, et M Philippe. 2014. « Gestion des risques d'érosion et de submersion marines, guide méthodologique. Projet Cocorisco ».
- Howes, Ella Louise, Fortunat Joos, Mark Eakin, et Jean-Pierre Gattuso. 2015. « An updated synthesis of the observed and projected impacts of climate change on the chemical, physical and biological processes in the oceans ». *Frontiers in Marine Science* 2: 36.
- Lambert, Marie-Laure. 2015. « Le recul stratégique : de l'anticipation nécessaire aux innovations juridiques ». *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, n° Hors-série 21 (avril).
- Le Cozannet, G., T Bulteau, A Baills, et M Garcin. 2016. « Conséquences du changement climatique sur les risques côtiers en Nouvelle-Aquitaine : état des connaissances. Rapport final ». BRGM.
- Levin, Lisa A., et Nadine Le Bris. 2015. « The Deep Ocean under Climate Change ». *Science* 350 (6262): 766-68. <https://doi.org/10.1126/science.aad0126>.
- Lique, Camille, et Matthew Thomas. 2018. « Latitudinal shift of the Atlantic Meridional Overturning Circulation source regions under a warming climate ». *Nature Climate Change* 8 (novembre).
- Maris, Virginie, Philip Roche, Harold Levrel, et Ilse Geizjendorffer. 2016. « Regards croisés sur les valeurs de la biodiversité et les services écosystémiques - Introduction ». In , pp.21-37.
- Martin, Alizée. 2017. « Analyse socio-économique de la gestion des plages: cas des banquettes de Posidonie sur les communes du littoral méditerranéen français ».
- MEDDE. 2014. « Etat des lieux mer et littoral ».
- Menounos, B., R. Hugonnet, D. Shean, A. Gardner, I. Howat, E. Berthier, B. Pelto, et al. 2019. « Heterogeneous Changes in Western North American Glaciers Linked to Decadal Variability in Zonal Wind Strength ». *Geophysical Research Letters* 46 (1): 200-209.
- Meur-Férec, Catherine, et Valérie Morel. 2004. « L'érosion sur la frange côtière : un exemple de gestion des risques ». *Natures Sciences Sociétés* 12 (3): 263-73. <https://doi.org/10.1051/nss:2004038>.
- Mineo-Kleiner, Lucile, et Catherine Meur-Ferec. 2016. « Relocaliser les enjeux exposés aux risques côtiers en France : points de vue des acteurs institutionnels ». *VertigO*, n° Volume 16 numéro 2 (septembre). <https://doi.org/10.4000/vertigo.17656>.
- Mora, Camilo, Chih-Lin Wei, Audrey Rollo, Teresa Amaro, Amy R. Baco, David Billett, Laurent Bopp, et al. 2013. « Biotic and Human Vulnerability to Projected Changes in Ocean Biogeochemistry over the 21st Century ». *PLOS Biology* 11 (10): e1001682. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001682>.
- MTES. 2017. « Bilan du Plan Submersions Rapides, 2011-2016 ».
- Observatoire Climat Nord-Pas-de-Calais. 2014. « Changement climatique : réalités et impacts pour les habitats du Nord Pas de Calais ».
- Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique, éd. 2015. *Le littoral dans le contexte du changement climatique: rapport au Premier ministre et au Parlement*. Paris: La Documentation française.

- Ouzeau, G., M. Déqué, M. Jouini, S. Planton, et R. Vautard. 2014. « Le climat de la France au XXI^e siècle ». *Rapport de la Direction Générale de l’Energie et du Climat*.
- Paskoff, Roland. 2004. « Les littoraux sableux et dunaires : de l’abondance à la pénurie en sédiments (Sandy shorelines and coastal dunes : from plenty to scarcity of sediments) ». *Bulletin de l’Association de Géographes Français* 81 (3): 373-82.
- Perherin, Céline, Amélie Roche, Céline Trmal, Isabelle Roux, Frédéric Pons, Céline Boura, Emmanuel Devaux, et Guy Desire. 2014. « Vulnérabilité du territoire national à la submersion marine ». In *XIII^{èmes} JNGCGC, Dunkerque*, 917-624. Editions Paralia. <https://doi.org/10.5150/jngcgc.2014.101>.
- Raguenaud, Germonneau, Pirard, et Motreff. 2011. « Surveillance des conséquences psychologiques suite à la tempête Xynthia en Charente-Maritime en 2010 ». *Institut de veille sanitaire*. <http://invs.santepubliquefrance.fr/Publications-et-outils/Rapports-et-syntheses/Environnement-et-sante/2011/Surveillance-des-consequences-psychologiques-suite-a-la-tempete-Xynthia-en-Charente-Maritime-en-2010>.
- Réseau Atlantique pour la Prévention et la Gestion des Risques Littoraux. 2012. « Panorama de solutions douces de protection des côtes ».
- Rey-Valette, H, Balouin Y, Bazart C, Bernier Boissard C, Clément V, Delanoë O, Foucher Y, et al. 2014. « Analyse Des Solidarités Territoriales Facilitant l’adaptation à La Montée Du Niveau de La Mer. Quelques Enseignements Issus Du Projet SOLTER En Languedoc-Roussillon ». hal-02050893. Post-Print. HAL.
- Rey-Valette, Hélène, Marie-Laure Lambert, Gisèle Vianey, Bénédicte Rulleau, Camille André, et Nicole Lautrédou-Audouy. 2018. « Acceptabilité des relocalisations des biens face à l’élévation du niveau de la mer : perceptions de nouveaux dispositifs de gouvernance du foncier ». *Geographie, économie, société* Vol. 20 (3): 359-79.
- Rignot, Eric, Jérémie Mouginot, Bernd Scheuchl, Michiel van den Broeke, Melchior J. van Wessem, et Mathieu Morlighem. 2019. « Four Decades of Antarctic Ice Sheet Mass Balance from 1979-2017 ». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 116 (4): 1095-1103.
- Rulleau, Bénédicte, Hélène Rey-Valette, Hervé Flanquart, Anne-Peggy Hellequin, et Catherine Meur-Ferec. 2015. « Perception des risques de submersion marine et capacité d’adaptation des populations littorales. « On a eu la guerre, ils auront les inondations! » ». *VertigO - la revue électronique en sciences de l’environnement*, n° Hors-série 21 (avril). <https://doi.org/10.4000/vertigo.15811>.
- Salles, Jean-Michel. 2018. « Virginie Maris, Nature à vendre – les limites des services écosystémiques ».
- Sousse, Marcel. 2019. « Faut-il adapter la loi littoral face au phénomène d’érosion ? » *Revue juridique de l’environnement* Volume 44 (1): 45-56.
- Srokosz, M. A., et H. L. Bryden. 2015. « Observing the Atlantic Meridional Overturning Circulation Yields a Decade of Inevitable Surprises ». *Science* 348 (6241): 1255575. <https://doi.org/10.1126/science.1255575>.
- Stocker, Thomas F, Dahe Qin, Gian-Kasper Plattner, Melinda M B Tignor, Simon K Allen, Judith Boschung, Alexander Nauels, Yu Xia, Vincent Bex, et Pauline M Midgley. 2013. « Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change », 14.
- UICN France. 2013. « Panorama des services écologiques fournis par les milieux naturels en France - volume2.2 : les écosystèmes marins et côtiers ». Paris, France.
- . 2014. « Panorama des services écosystémiques fournis par les écosystèmes français - étude de cas : les écosystèmes marins et côtiers d’Aquitaine ». Paris, France.
- Vinet, Freddy, Laurent Boissier, et Stéphanie Defossez. 2011. « La mortalité comme expression de la vulnérabilité humaine face aux catastrophes naturelles : deux inondations récentes en France (Xynthia, var, 2010) ». *VertigO - la revue électronique en sciences de l’environnement*, n° Volume 11 Numéro 2 (septembre).
- Zemp, M., M. Huss, E. Thibert, N. Eckert, R. McNabb, J. Huber, M. Barandun, et al. 2019. « Global Glacier Mass Changes and Their Contributions to Sea-Level Rise from 1961 to 2016 ». *Nature*, avril, 1.

Annexe 1 – Liste des personnes auditionnées

Matthieu Audollent, service mer et littoral, Conseil régional Hauts de France

Christophe Belot, mission mer et littoral, DREAL Nouvelle-Aquitaine

Claire Bracht, cheffe de l'unité prévention des risques, DDTM Loire-Atlantique

Justine Delangue, chargée de mission services écosystémiques, UICN

Gilles Garcia, Chef du pôle ressources et stratégie nationale, mission changement climatique – transition énergétique, DREAL Nouvelle-Aquitaine

Marc Grevet, chef du service Eau et Nature, DREAL Hauts-de-France

Anne Guchan, chargée de mission Littoral, direction de l'environnement, Conseil régional de Nouvelle Aquitaine

Sophie Guidez, service planification territoriale, Conseil régional des Hauts de France

Benoît Guinamard, direction observations et prospectives, Conseil régional Hauts de France

David Harel, directeur adjoint délégué à la mer et au littoral, DDTM Ille et Vilaine

Jérôme Josserand, service plan de prévention des risques, DDTM Nord

Florent Lamiot, direction Climat Air Energie, Conseil régional Hauts de France

Guy Legrand, chef de mission mer et littoral, DREAL Bretagne

Olivier Nourrain, directeur adjoint, délégué à la mer et au littoral, DDTM Nord

Didier Olivry, chef de la délégation de rivages Bretagne, Conservatoire du Littoral

Frédéric Painchault, chef du service risques à la DDTM Gironde

Guillaume Pajot, Pôle Climat, Conseil régional de Bretagne

Céline Perherin, ingénieure-docteur au CEREMA, spécialiste des plans de prévention des risques

Nicolas Rocle, ingénieur-chercheur en sociologie à l'IRSTEA, responsable du pôle « territoires littoraux et fluvio-estuariens »

Caroline Simon-Pawluk, cheffe de service transition énergétique et environnement, Conseil régional Pays de la Loire

François Victor, chef de mission coordination des politiques mer et littoral, Direction Interrégionale de la Mer Nord Atlantique Manche Ouest (DIRM-NAMO)

Gaëlle Vives, chargée de mission Environnement au GIP Littoral

Glossaire

- ANSES Agence publique de sécurité sanitaire
- APPB Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope
- CDB Conférence sur la Diversité Biologique
- CETMEF Centre d'Etudes Techniques, Maritimes et Fluviales
- DCE Directive Cadre sur l'Eau
- DCSMM Directive Cadre Stratégique sur les Milieux Marins
- DDRM Document Départemental des Risques Majeurs
- DDTM Direction Départementale des Territoires et de la Mer
- DGPR Direction Générale de la Prévention des Risques
- DHFF Directive Habitat Faune Flore
- DICRIM Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs
- DREAL Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
- DTA Directive Territoriale d'Aménagement
- EPCI Etablissement Public de Coopération Intercommunale
- FPRNM Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs (dit fonds « Barnier »)
- GEMAPI Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations
- OAP Orientation d'Aménagement et de Programmation
- ONERC Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique
- OSPAR Oslo-Paris (Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est)
- PADD Plan d'Aménagement et de Développement Durable
- PAMM Plan d'Actions pour le Milieu Marin
- PAPI Programme d'Actions de Prévention des Inondations
- PCAET Plan Climat Air Energie Territorial
- PCET Plan Climat Energie Territorial
- PCS Plan Communal de Sauvegarde
- PLU(I) Plan Local d'Urbanisme (Intercommunal)
- PGRI Plan de Gestion des Risques d'Inondation

PN Parc National

PNACC Plan National d'Adaptation au Changement Climatique

POS Plan d'Occupation des Sols

PPRL Plan de Prévention des Risques Littoraux

PPRN Plan de Prévention des Risques Naturels

PPRSM Plan de Prévention des Risques de Submersion Marine

PRAD Plan Régional de l'Agriculture Durable

PRFB Plan Régional de la Forêt et du Bois

PSR Plan Submersions Rapides

REX Retour d'Expérience

SAR Schéma d'Aménagement Régional

SCE Schéma Régional de Cohérence Ecologique

SCoT Schéma de Cohérence Territoriale

SDAGE Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux

SIC Site d'Intérêt Communautaire

SNB Stratégie Nationale pour la Biodiversité

SNGTC Stratégie Nationale de Gestion du Trait de Côte

SRADDET Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalité des Territoires

SRCE Schéma Régional de Cohérence Ecologique

SRCAE Schéma Régional Climat Air Energie

SRU Solidarité et Renouvellement Urbain

TAC Total Admissible de Capture (pour la pêche)

SMVM Schéma de Mise en Valeur de la Mer

Remerciements

Merci aux personnes qui ont accepté de me recevoir et d'échanger sur les enjeux d'adaptation du littoral au changement climatique : Matthieu Audollent, service mer et littoral, Conseil régional Hauts de France, Christophe Belot, mission mer et littoral, DREAL Nouvelle-Aquitaine, Claire Bracht, cheffe de l'unité prévention des risques, DDTM Loire-Atlantique, Justine Delangue, chargée de mission services écosystémiques, UICN, Gilles Garcia, Chef du pôle ressources et stratégie nationale, mission changement climatique – transition énergétique, DREAL Nouvelle-Aquitaine, Marc Grevet, chef du service Eau et Nature, DREAL Hauts-de-France, Anne Guchan, chargée de mission Littoral, direction de l'environnement, Conseil régional de Nouvelle Aquitaine, Sophie Guidet, service planification territoriale, Conseil régional des Hauts de France, Benoît Guinamard, direction observations et perspectives, Conseil régional Hauts de France, David Harel, directeur adjoint délégué à la mer et au littoral, DDTM Ille et Vilaine, Jérôme Josserand, service plan de prévention des risques, DDTM Nord, Florent Lamiot, direction Climat Air Energie, Conseil régional Hauts de France, Guy Legrand, chef de mission mer et littoral, DREAL Bretagne, Olivier Nourrain, directeur adjoint, délégué à la mer et au littoral, DDTM Nord, Didier Olivry, chef de la délégation de rivages Bretagne, Conservatoire du Littoral, Frédéric Painchault, chef du service risques à la DDTM Gironde, Guillaume Pajot, Pôle Climat, Conseil régional de Bretagne, Céline Perherin, ingénieure-docteur au CEREMA, spécialiste des plans de prévention des risques, Nicolas Rocle, ingénieur-chercheur en sociologie à l'IRSTEA, responsable du pôle « territoires littoraux et fluvio-estuariens », Caroline Simon-Pawluk, cheffe de service transition énergétique et environnement, Conseil régional Pays de la Loire, François Victor, chef de mission coordination des politiques mer et littoral, Direction Interrégionale de la Mer Nord Atlantique Manche Ouest (DIRM-NAMO), Gaëlle Vives, chargée de mission Environnement au GIP Littoral.

Merci à Alice Peyrard, directrice Engagement Climat chez Veolia et Marie-Christine Huau, directrice de marché Grand Cycle de l'eau, Gemapi, littoral chez Veolia, pour leur suivi.

Merci également aux personnes qui ont répondu à mes demandes de données locales : Elaine Briand, chargée de mission adaptation au changement climatique au CERDD (centre ressource du développement durable), Cyril Bellouard, chef du pôle Biodiversité et littoral au Conseil régional des Pays de la Loire, Patrice Caray, chargé de mission Risques naturels à la DREAL Hauts de France, Hélène Legrand, cheffe adjointe de la mission de coordination des politiques de la mer et du littoral à la DIRM NAMO Benoit Squiban, chargé de mission Risques naturels à la DREAL Pays de la Loire.

Merci à Camille André du GIP Littoral pour ses commentaires précis et nombreux.

Merci à l'équipe de La Fabrique Ecologique pour sa relecture et ses conseils.

Etude réalisée avec le soutien de Veolia