

## SUD-OUEST

La Garonne et  
l'estuaire  
en danger  
p. 8

## FRANCE

Gestion souple  
du littoral  
à Hyères  
p. 14

## EUROPE

El Hierro,  
une île  
écologique  
p. 18

## MONDE

Climat et  
politique au  
Bangladesh  
p. 24

N°4 Septembre 2019

# Terre & Océan Magazine

## Acclimatons-nous !

Des connaissances à l'adaptation...

**Terre  
& Océan**  
médiation culturelle des sciences  
et de l'histoire des environnements

Et aussi...

### FINANCE

Le Pacte Finance-Climat pour la transition  
écologique p.16

### POLITIQUE

Mali, chaos climatique et politique p.22

Zoom sur...

Les mangroves p.20



# Sommaire

## Des connaissances à l'atténuation et à l'adaptation...

COP 21 et après ?  
Vers une gestion souple du trait de côte

### SUD-OUEST

Risque inondation, la gestion dans la métropole de Bordeaux  
La Garonne et l'estuaire en danger  
Le delta de la Leyre, une zone humide d'intérêt majeur  
Entretien avec Nathalie Madrid, déléguée Aquitaine du Conservatoire du littoral

### FRANCE

Gestion souple aux Vieux Salins d'Hyères

### EUROPE

Pacte Finance-Climat, une solution simple ?  
El Hierro, une île écologique  
La meilleure des énergies est celle que l'on ne consomme pas

### MONDE

Mangrove, une forêt dans la mer  
Mali, chaos climatiques et politiques  
Sénégal, des socio-écosystèmes fragilisés  
Climat et politique au Bangladesh  
Grands socio-empires historiques et climat

# Acclimatons-nous !

p.3

p.4

p.6

p.8

p.10

p.12

p.14

p.16

p.18

p.19

p.20

p.22

p.23

p.24

p.26

Les chroniques historiques européennes sont marquées par des disettes et des grandes famines frappant les populations suite à des catastrophes climatiques : inondations, sécheresses, hivers glacés, notamment pendant le petit âge glaciaire (cf. Terre & Océan Magazine 3 « Le climat a une histoire... celle des paysans »). Des millions de victimes, des centaines de milliers de migrants « climatiques » ... lors d'une variation climatique globale de 0,5°C étalée sur 3 siècles environ, mais engendrant néanmoins des irrégularités interannuelles plus fortes. L'acclimatation est une longue histoire, parfois chaotique et brutale.

Car le climat, c'est avant tout de la variabilité, et un climat qui change nettement (2°C ou plus) et se réchauffe dans un temps court (quelques décennies). C'est en premier lieu de plus grandes irrégularités difficiles à anticiper et à parer pour les hommes et pour la nature avec ses équilibres mobiles.

Les ruraux ont subi mais ont su aussi s'acclimater à des environnements régionaux spécifiques. Pour quelques sociétés agro-pastorales, la connaissance intime, pratique et expérientielle du terrain a dicté une organisation souple et des règles morales (cf. Mali p.22).

Nos sociétés modernes nous préservent partiellement de la relation de dépendance directe aux aléas climatiques. Mais, sans doute, sont-elles un peu moins souples et nos systèmes techno-capitalistes y ont instauré une domination lointaine, insaisissable pour les gens de terrain, souvent méprisés et parfois réduits à l'esclavage social et économique après avoir été victimes de percussions climatiques récentes (cf. Bangladesh p.24).

Peut-on s'acclimater si le chaos climatique naissant depuis 40 ans de l'augmentation des variabilités, induit par le réchauffement, est l'instigateur ou le détonateur de chaos politiques et moraux.

Réduire le réchauffement et l'anticiper au mieux pourrait-il éviter « l'implosion du monde » ? En connaissances (cf. rapports GIEC) et en conscience, nous n'avons aujourd'hui aucun autre choix que de tout mettre en œuvre pour « dévier » notre trajectoire du pire : éduquer ici et sur tous les continents à une véritable solidarité sociale et environnementale. Pour s'acclimater à un monde en évolutions rapides et souvent abruptes.

Éric Veyssy, directeur de Terre & Océan, médiateur scientifique et culturel « Fleuve/Eau/Climat » et auteur de « La planète brûle... ses réserves et nous entraîne vers des temps chaotiques » (éditions du Bord de l'eau, 2003)

#### Ont participé à la rédaction de ce numéro :

Éric Veyssy, Émeline Gonneau, Ophélie De Jésus Guerra, Philippe Bertrand, Pierre Bourgogne, Marion Coquet, François Fromard, Alain Gioda, Isabelle Kisielewski, Nathalie Madrid, Bruno Malaizé, Katia Perrin, Tidiane Sané, Servane Tarot

**Conseils et relectures :** Gaël Barreau, Julie Bernier, Bernard Brocca-Brisson, Clémentine Renneville, Baptiste Veyssy

Directeur de la publication : Éric Veyssy  
Responsable de rédaction et mise en page : Émeline Gonneau, master 2 médiation des sciences de Montpellier  
Dépôt légal : en cours  
Imprimeur : Au fil des pages, 14 route d'Andron, 33650 Saint-Selve  
Terre & Océan (association loi 1901), 1 rue Blériot 33130 Bègles  
contact@terreetocean.fr, 05 56 49 34 77

Garonne et estuaire p.8

Le delta de la Leyre p.10

Mangrove p.20



# COP21 et après ?

**S'adapter, s'acclimater... Des mots que l'on entend de plus en plus.**

**S'acclimater pour faire face au réchauffement climatique en cours est aujourd'hui indispensable.**

Selon Petteris Taalas, directeur général de l'OMM\*, « la dernière fois que la planète avait connu la même concentration en CO<sub>2</sub> c'était il y a 3 à 5 millions d'années et la température était de 2 à 3°C plus élevée ». En 2018, le GIEC\* prévient encore une fois : les concentrations de GES\* dans l'atmosphère n'ont jamais été aussi hautes depuis plus de 800 000 ans et les températures sont de plus en plus hautes année après année. Des vagues de chaleur, des pluies diluviennes et des ouragans dévastateurs attestent de ce dérèglement climatique. Depuis 1995, les rapports du GIEC et les COP\* s'enchaînent... mais malgré cela les actions sont insuffisantes.

Lors de la COP 21 de Paris en 2015, des accords historiques ont été signés visant à contenir le réchauffement climatique entre 1,5 et 2°C à l'horizon 2100. Mais 4 ans plus tard, où en sommes-nous ? Qu'en est-il pour les 196 pays signataires ? Y a-t-il des bons et des mauvais élèves du climat ? Ces accords sont-ils réalisables ?

Les accords de Paris ont été approuvés et signés par 196 pays (195 présents + la Syrie signataire en 2017). Depuis, 169 pays représentant 88% des émissions de GES les ont ratifiés, parmi lesquels 28 pays européens. 16 pays sont en passe d'atteindre les objectifs qu'ils se sont fixés : Canada, Norvège, Suède, Portugal et Japon, pour les pays développés, Indonésie et Pérou, pour les pays en développement. Ces pays ne sont pas pour autant des « bons élèves » puisque leurs engagements en matière de réduction d'émission de GES sont particulièrement faibles comparés à l'ambition d'autres pays. Certains pays (Costa Rica, Éthiopie, Samoa, Tonga, Singapour, Papouasie-Nouvelle-Guinée...), vulnérables au changement climatique, agissent considérablement malgré une part de responsabilité moindre dans le réchauffement.

D'autres, particulièrement émetteurs de GES, ont déjà atteint certains objectifs plus tôt que prévu, comme la Chine avec 30 GW d'énergies renouvelables installées. Mais, à ce jour, aucun pays de l'UE\* ne respecte ses engagements. Y compris la France qui prévoit une hausse de ses émissions jusqu'en 2023. Certains pays s'engagent néanmoins dans ce sens comme l'Espagne qui, pour 2050, vise une réduction de 90% des émissions de GES et 100 % d'énergies renouvelables.

Par ailleurs, l'aide financière que les pays développés avaient promise aux pays « vulnérables » n'est pas du tout à la hauteur : sur les 100 milliards de dollars annuels actés lors de la COP 21, seuls 48 milliards en tout ont été versés en 2015 et 2016. Et plusieurs pays majeurs se sont, au contraire, retirés des accords de Paris, comme les États-Unis ou le Brésil.

À l'intérieur des pays, des initiatives régionales vont dans le bon sens avec des bilans et des plans d'action comme en Nouvelle-Aquitaine, avec le projet Acclimaterra\*. Cette échelle régionale est pertinente, car si le problème des émissions est bien global, les répercussions sont et seront locales et spécifiques à chaque région du monde. Des stratégies d'acclimations régionales s'imposent donc pour atténuer les effets néfastes du réchauffement qui est inéluctable et en cours d'intensification.

Émeline Gonneau, médiatrice scientifique et Éric Veyssy

## Lexique

**OMM** : Organisation Météorologique Mondiale  
**GIEC** : Groupe Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat  
**GES** : Gaz à Effet de Serre  
**COP** : CO<sup>N</sup>férences des Parties  
**UE** : Union Européenne  
**Acclimaterra** : «GIEC régional» en Nouvelle Aquitaine [www.acclimaterra.fr](http://www.acclimaterra.fr)

# Vers une gestion souple du trait de côte, ou comment apprendre à s'adapter au changement climatique en créant de la valeur ajoutée sur les territoires

Depuis des siècles, l'Homme s'est implanté sur le littoral et a cherché à fixer la côte. Sa présence qui était ponctuelle et temporaire par le passé, s'est pérennisée et accentuée depuis le début du 20<sup>e</sup> siècle en oubliant complètement la question des risques. Ainsi, cherchant la sécurité et la protection de ses activités, il a constitué des systèmes lui permettant de se prémunir des tempêtes et des caprices du climat. Cependant, le littoral reste un espace en mouvement, soumis à la force de la mer, du vent et des fleuves côtiers. C'est également un espace vivant, abritant des milieux riches et productifs, mais très sensibles. Ainsi aujourd'hui, face aux changements climatiques et à l'élévation du niveau de la mer, trois scénarios sont possibles : résister, subir ou s'adapter.

Le Conservatoire du littoral développe depuis de nombreuses années des solutions basées sur la nature afin d'aider les territoires à s'adapter aux effets du changement climatique. Une de ces solutions est de redonner sa souplesse au trait de côte pour mieux intégrer les évolutions en cours et à venir. S'inscrivant dans la stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte, le Conservatoire intervient pour conserver ou recréer des zones naturelles d'interface entre terre et mer et met en œuvre une gestion souple du littoral. L'Europe, intéressée par cette approche, accompagne sur la période 2018-2021 le Conservatoire et ses partenaires nationaux et locaux à travers le financement du programme Life « Adapto ». Ce programme traite des questions d'adaptation des territoires et a pour objectif d'explorer des solutions sur le littoral face aux effets du changement climatique (élévation du niveau de la mer, augmentation de la fréquence des événements climatiques extrêmes, etc.).

Dans le cadre de ce programme et afin de pouvoir laisser évoluer le littoral en fonction des phénomènes climatiques, des milieux sont rendus à leur évolution naturelle, créant ainsi des zones tampons permettant d'absorber l'énergie de la mer lors des tempêtes et de réduire les risques d'inondation. De plus, cela permet également d'éloigner ces milieux des enjeux économiques et humains, les préservant ainsi de la volonté de production, de l'artificialisation et de certaines pollutions.

## Dix sites pilotes pour une gestion souple

Dans une démarche expérimentale, 10 sites pilotes appartenant au Conservatoire du littoral et représentant des milieux variés ont été sélectionnés en France métropolitaine et en Outre-Mer. Sur chacun de ces sites s'appliquent une grille de

lecture et d'analyse du contexte (gestion des risques, paysage, économie du territoire, perception sociale, etc.), puis la mise en œuvre d'outils (modélisation 3D des scénarios, analyse paysagère, approche pédagogique, etc.).

Chaque démarche locale est menée en lien étroit avec les collectivités, les gestionnaires et les usagers concernés. Ces stratégies de mobilité du trait de côte déployées pourront être répliquées et transférables à d'autres sites littoraux similaires français ou étrangers.





Ile Nouvelle © Conservatoire du littoral - NousAutres (2016)



Domaine de Certes Graveyron © Patrick Hauser Conservatoire du littoral (2017)

En Gironde, deux sites pilotes ont été désignés pour ce programme : le delta de la Leyre et l'île Nouvelle (cf. delta de la Leyre p.10 et interview p.12)

Ce sont deux sites, bien avancés dans les reconnexions marines qui présentent des contextes et caractéristiques différentes.

Sur le bassin d'Arcachon, la reconnexion marine est un moyen efficace et souple de gestion des submersions. Les zones reconnectées fournissent de nouveaux services écosystémiques\* et constituent une protection pour l'espace naturel protégé en arrière. Sur le site de Graveyron, les bénéfices générés par la reconnexion marine sont estimés à environ 675 000 euros par an, et ce, sans compter les coûts évités par l'entretien constant des digues les plus exposées.

Ainsi, ce programme contribue à démontrer l'intérêt écologique et économique d'améliorer la résilience des espaces littoraux en redonnant de la mobilité au trait de côte.

La démarche engagée par le Conservatoire fait écho à l'impulsion donnée par la Région sur la prise en compte des changements climatiques, en créant AcclimaTerra\*, Comité Scientifique Régional sur le Changement Climatique. Ce groupe d'experts scientifiques permanent et indépendant peut aider les acteurs des territoires à définir des stratégies d'adaptation au changement climatique. La démarche développée par le Conservatoire du littoral pourra trouver des ponts avec ce programme, de nouvelles pages sur le vaste sujet du changement climatique restent encore à écrire...

Nathalie Madrid, déléguée Aquitaine du Conservatoire du littoral

Chaque démarche locale s'inscrit dans un réseau d'acteurs et de planification territoriale à respecter. Adapto propose plusieurs outils pour favoriser **une approche partagée de la gestion côtière** : les analyses historiques, l'approche paysagère, la co-construction et la discussion de scénarios, l'étude des perceptions sociales...

Perception et décision

Paysage

**Le recours au paysage** est une des particularités du programme adapto. Bien que souvent considérée comme « non technique », cette approche possède de nombreux avantages : elle intègre l'ensemble des dimensions d'un territoire et en offre des représentations facilement partagées par tous les acteurs. Elle favorise l'examen apaisé des scénarios d'aménagement et en révèle l'impact sur le cadre de vie.

**Les écosystèmes côtiers** rendent de nombreux services et abritent une biodiversité souvent remarquable. Leur mise à contribution dans une gestion souple du trait de côte entraîne des évolutions, parfois des bouleversements dans leur composition. Il convient donc d'étudier et d'anticiper les évolutions afin de préserver ces patrimoines et les services associés.

Patrimoine naturel

adapto

Approche pédagogique

**Des outils pédagogiques** qui se nourriront des expériences recueillies, seront développés à destination du public scolaire mais aussi pour développer la force démonstrative du programme en France et en Europe.

Economie des territoires

Gestion des risques naturels

**La comparaison des coûts de différentes options d'aménagement** est un des éléments permettant d'éclairer les choix. Au-delà de ces coûts immédiats, les répercussions économiques peuvent être nombreuses en matière de productivité des eaux littorales, d'activités agricoles ou d'attractivité touristique et il convient de les prendre en compte.

En lien avec les autorités compétentes, chaque site est analysé **du point de vue des aléas de submersion ou d'érosion**. Cette connaissance est affinée au moyen de partenariats scientifiques pour modéliser le comportement de l'interface terre-mer (prés salés, mangrove, lido, polder agricole...) face aux événements. Lorsque des choix sont à faire, différents scénarios peuvent ainsi être proposés.

### Lexique

**Services écosystémiques** : biens et services fournis aux hommes par les écosystèmes (eg. pêche, agriculture)  
**Acclimaterra** : GIEC régional [www.acclimaterra.fr](http://www.acclimaterra.fr)

© Conservatoire du littoral

Vidéo « Et maintenant on fait quoi ? » Conservatoire du littoral @ [www.lifeadaptto.eu](http://www.lifeadaptto.eu)

# Risque inondation, la gestion dans la métropole de Bordeaux, un exemple mondial

Inondation Bordeaux 2017 © Gaël Barreau, Terre & Océan

Le risque inondation est le premier risque naturel en France. Les inondations peuvent avoir plusieurs origines: (1) pluviales avec un ruissellement accéléré de l'eau qui ne peut s'évacuer du fait de la topographie, de l'imperméabilité des sols ou d'équipements pluviaux inadaptés ou engorgés, (2) fluviales causées par la crue d'un cours d'eau, des vagues de tempête ou des ruptures de digues, ou (3) marines pour les villes côtières et dans les embouchures de fleuves. Certaines grandes métropoles (Bangkok, Djakarta, Saint-Louis du Sénégal...) cumulent les trois risques qui sont tous accentués par le réchauffement climatique. À Bordeaux, une gestion efficace et innovante sert aujourd'hui de référence mondiale.

## Urbanisation, pluviométrie et changement climatique

L'une des causes de l'inondation urbaine est le ruissellement de l'eau sur des sols imperméabilisés, qui altèrent en plus la recharge des nappes d'eau. Bordeaux Métropole, ses sols imperméabilisés et ses 150 ruisseaux, reçoit une pluviométrie océanique avec des pluies longues en hiver et d'orages violents en été. Il y tombe en moyenne 900 mm de pluie par an. On classe les pluies en fonction de leur durée, leur intensité et leur fréquence : la pluie décennale sur Bordeaux est de l'ordre de 44 mm d'eau en 1 heure. Ces 20 dernières années, en lien probable avec le changement climatique, on observe sur Bordeaux Métropole, des intensités de pluie en pointe de plus en plus fortes (cf. encart ci-dessous).

## Genèse d'une gestion optimisée du risque d'inondation

Fin mai et début juin 1982, Bordeaux et sa métropole ont connu des orages et des inondations exceptionnels. Ces événements très violents ont permis de faire de la lutte contre les inondations une priorité pour Bordeaux Métropole. Des décisions majeures opérationnelles et réglementaires ont été prises au cours du mois de juin 1982. La construction d'équipements structurants limitant le risque d'inondation a été lancée pour les zones urbaines existantes et pour les 6 000 hectares d'urbanisation nouvelle : bassins d'étalement (115 à ce jour pour une capacité de 2 570 000 m<sup>3</sup>), stations de pompage (62 aujourd'hui pour un débit total de 136 m<sup>3</sup>/s) et en point d'orgue un télécontrôle (RAMSES\*) de gestion centralisée et opérationnelle 7 jours sur 7 et 24 heures sur 24. Dans le même temps, Bordeaux Métropole a décidé de mettre en place une réglementation imposant des mesures compensatoires afin de ne pas augmenter les débits ruisselés dans les bassins versants sensibles. Ce programme ambitieux de travaux pour lutter contre le risque d'inondation a été démarré dès 1983 avec des moyens financiers à la hauteur des enjeux : 46 millions d'euros par an ont été consacrés en moyenne à ce programme. À ce jour, plus de 1 milliard d'euros de travaux ont été réalisés. Ces mesures fédératrices pour l'agglomération bordelaise ont depuis été développées dans des agglomérations de tailles diverses sur tous les continents.

### Historique des principaux événements pluvieux

31 mai 1982 : 81 mm en 60 min  
 2 juin 1982 : 44 mm en 54 min  
 8, 9 août 1992 : 133 mm en 24 h  
 2 août 2012 : 55 mm en 60 min avec une intensité maximale de 142 mm/h  
 26 juillet 2013 : 71 mm en 60 min avec une intensité maximale de 180 mm/h





## Règlementation encadrant le risque inondation en France et en Europe

Que ce soit à l'échelle européenne, nationale ou communale, de nombreux textes réglementaires encadrent aujourd'hui le risque d'inondation : les directives-cadres européennes sur l'eau et sur les inondations, puis au niveau national, la loi sur l'eau. L'Agence de l'Eau et l'AFB\* sont chargées de les mettre en œuvre au travers des SDAGE\* et des PGRI\*. À l'échelle des collectivités, la GEMAPI\*, les PPRI\* et les PAPI\* et les documents d'urbanisme permettent d'encadrer le risque. Dans le cadre du PAPI Estuaire, les actions ont porté sur la restauration de 10 km de digues, de Bouliac à Latresne. L'entretien des digues existantes est aujourd'hui un axe essentiel de la protection, mais sans nouvel endiguement qui augmenterait les niveaux d'eau en amont.



## Ruissellements urbains et pollutions

Les eaux de pluie sont polluées par la pollution atmosphérique et par celle des sols lessivés. Le traitement de ces eaux ruisselées est devenu une priorité avant de les rejeter dans les milieux aquatiques récepteurs. Les stations d'épuration de Bordeaux Métropole intègrent aujourd'hui une filière traitement des eaux pluviales. La station de traitement Louis Fargue sur Bordeaux est à ce titre particulièrement exemplaire : le pilotage par le télécontrôle RAMSES du stockage et du traitement des eaux de pluie permet de limiter considérablement la pollution rejetée par temps de pluie dans la Garonne estuarienne, très sensible aux rejets, lors des pics de chaleur notamment (cf. Garonne et estuaire p.8).

## Les adaptations souples aux risques de submersions

Au-delà des retenues et des pompages, d'autres solutions sont envisageables pour s'affranchir du risque d'inondation. Dans quelques pays, des villes et des régions se sont déjà lancées dans la construction de maisons flottantes (eg. Amsterdam). D'autres construisent traditionnellement sur pilotis comme en Asie du Sud-Est (vallée du Mékong, Bangladesh, Indonésie...), dans des îles (Philippines, Vanuatu, Belize...), dans le delta du Niger, au Nigéria (lagune de Lagos)... Terre & Océan s'en est inspiré pour la construction de l'Aquaforum, proche de la Garonne à Bègles. Les pilotis ou les aménagements permettant l'évacuation rapide des eaux pluviales sont préconisés dans les quartiers sensibles (exemple du quartier des bassins à flots à Bordeaux Bacalan).



## Quelques villes particulièrement exposées

Que ce soit Djakarta, Venise, Bangkok, ou encore Saint-Louis du Sénégal, d'autres grandes métropoles, sont soumises au risque d'inondation. Entre réseau fluvial et océan, il est primordial pour ces villes d'établir une stratégie de prévention. Bangkok, par exemple, au débouché d'un grand fleuve, est sujet aux marées et à une très forte pluviométrie. Sa topographie très plate, ses habitats très denses et sa très forte imperméabilisation nécessitent un plan de gestion et un assainissement jusqu'alors insuffisant, voire inexistant. Dans de nombreux cas, comme à Djakarta, les quartiers à risques sont habités par les populations les plus pauvres. Les risques climatiques menacent en priorité les plus défavorisés socialement.

Émeline Gonneau et Pierre Bourgogne, ancien directeur du service des eaux de Bordeaux Métropole

### Lexique

**RAMSES** : Régulation de l'Assainissement par Mesures et Supervision des Equipements et Stations

**AFB** : Agence française pour la biodiversité

**SDAGE** : Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux

**PGRI** : Plan de Gestion du Risque Inondation

**GEMAPI** : Gestion des milieux aquatique et prévention des inondations

**PPRI** : Plan de prévention du risque inondation

**PAPI** : Programme d'actions de prévention des inondations

Pour en savoir plus...

• Visite de RAMSES lors des journées du patrimoine

@ [www.bordeaux-metropole.fr/Vivre-habiter/Connaitre-son-environnement/Le-risque-inondation](http://www.bordeaux-metropole.fr/Vivre-habiter/Connaitre-son-environnement/Le-risque-inondation)

📖 Risques d'inondation et villes des pays en développement, Yves KOVACS, Nicolas DOUSSIN, Marion GAUSSENS, Agence Française de Développement, 2017

📖 Réduction des risques d'inondation à Jakarta, Franck Lavigne, Pauline Texier, Monique Fort, Bulletin de l'AGF, 2010

# La Garonne et l'estuaire en danger

La Garonne à Cambes © Éric Veyssy, Terre & Océan

À l'exutoire des bassins versants de la Garonne et de la Dordogne, l'estuaire de la Gironde est un espace hydrologique intermédiaire entre les terres du Sud-Ouest et l'Océan Atlantique. La remontée de la marée deux fois par jour en est sa signature. Au cœur de cette « zone estuaire »\*, le blocage de l'eau et des sédiments alimente le « bouchon vaseux », caractérisé par de très fortes concentrations de matières en suspension, proches ou supérieures à 1 gramme de matières solides par litre d'eau. Ce bouchon vaseux constitué de matières minérales et organiques venues des bassins des rivières en amont, est en lien permanent avec la crème vase désoxygénée et déposée sur des fonds dégradés par les extractions de graviers pratiquées au 20<sup>e</sup> siècle.

« En amont, un bouchon vaseux plus longtemps présent, plus étendu et plus concentré »

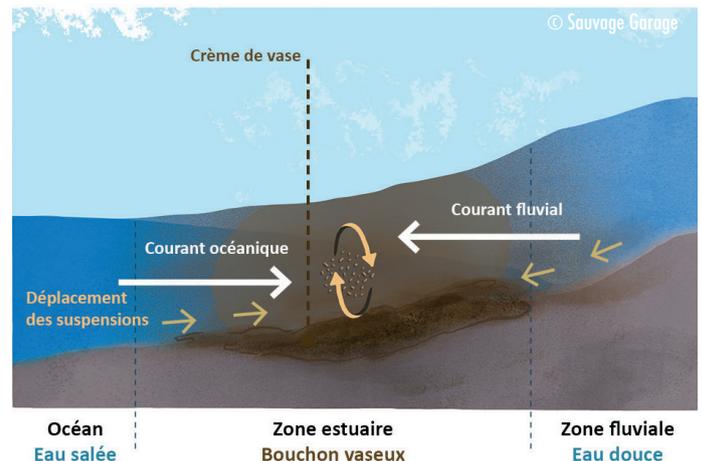
Au cours de l'année, la dynamique et la position du bouchon vaseux fluctuent selon la marée, mais plus encore selon les débits des rivières. Depuis une quarantaine d'années, le bouchon vaseux remonte de plus en plus vers l'amont de la zone estuaire, en Garonne et en Dordogne. Si la légère élévation du niveau marin, de l'ordre de 15 cm pour le dernier siècle, participe à cette remontée plus en amont et sur une plus longue durée dans l'année, celle-ci est avant tout liée à la baisse des débits fluviaux. Cette baisse est plus nette pour la Garonne que pour la Dordogne, avec un déficit accentué en période de faible débit, de la fin du printemps jusqu'en automne.

«Le bassin de la Garonne présente le plus grand déficit hydrique de tous les bassins français avec une baisse d'environ 20% depuis 1984 par rapport au 20<sup>e</sup> siècle»

Au milieu du 19<sup>e</sup> siècle, le débit moyen annuel de la Garonne à La Réole était de 673 m<sup>3</sup>/s. Avec la régression des glaciers et de leur apport saisonnier, le débit moyen est descendu aux environs de 630 m<sup>3</sup>/s pour le 20<sup>e</sup> siècle, puis 550 m<sup>3</sup>/s de 1984 à 2005 et 477 m<sup>3</sup>/s de 2006 à 2017. Les évolutions récentes se traduisent par un nombre réduit de crues et des étiages prolongés dans le temps avec des écoulements très faibles. Pour l'hiver, cette diminution nette des débits peut être mise en parallèle avec la baisse de la pluviométrie sur les bassins versants. Pour l'été, la hausse des stockages et des prélèvements entre 1970 et 2000, période où les surfaces irriguées ont été multipliées par 5, semble être prépondérante.

Sur l'ensemble des bassins, les débits annuels se sont artificialisés et sont pour partie « régulés » par la production électrique

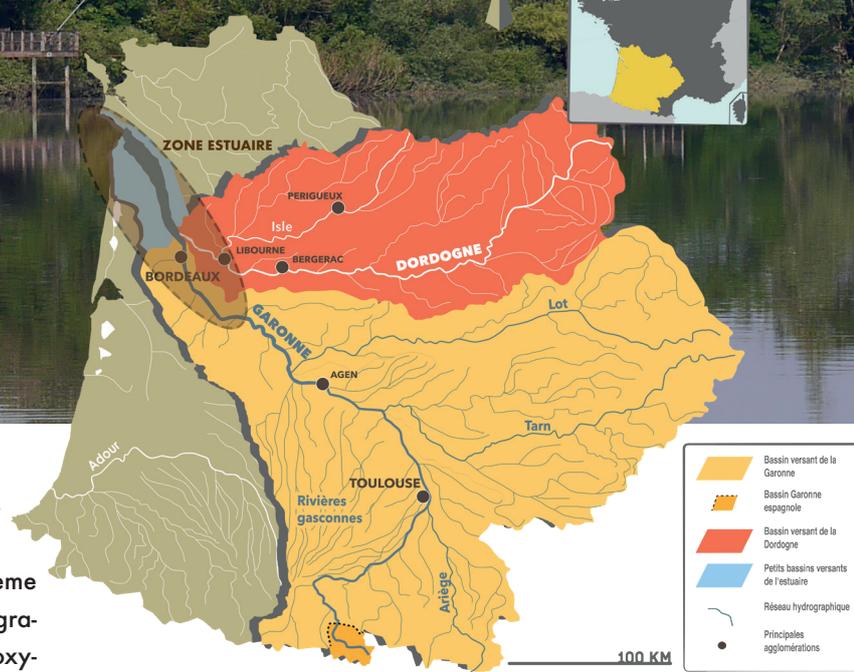
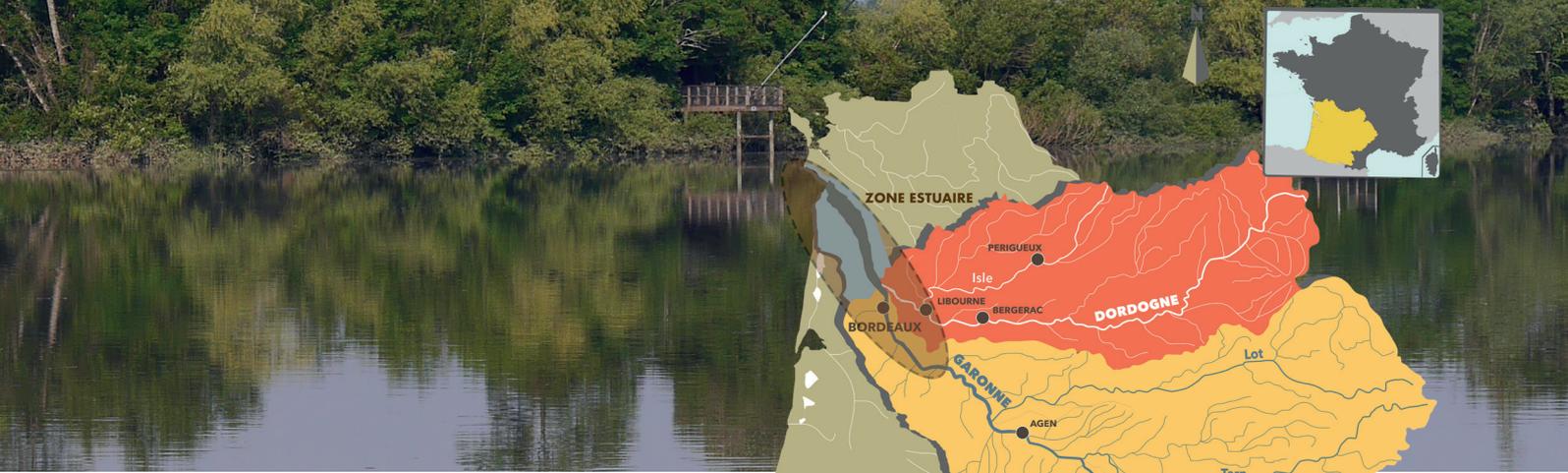
La formation du bouchon vaseux et ses échanges avec la crème de vase anoxique



et par les retenues affectées aux usages agricoles. Le stockage dans les barrages se fait principalement au printemps avec les débits accrus par la fonte des neiges. Ainsi retenues, ces eaux ne peuvent plus retarder la remontée du bouchon vaseux en Garonne et Dordogne lors de la période printanière de passage des poissons migrateurs.

La conséquence des trois facteurs cumulés, hausse du niveau marin, abaissement de la ligne d'eau et baisse des débits, est une remontée supplémentaire de 16 km du bouchon vaseux saisonnier « amont » constatée en Garonne (Ambès-Bordeaux-Langoiran-Cadillac) et en Dordogne (Bourg-Libourne-Castillon) depuis 40 ans.

Les mascarets\* plus fréquents et sans doute plus puissants qu'auparavant accentuent le problème en remettant en suspension des vases (désoxygénées) qui se déposent plus en amont. De plus, les études révèlent une augmentation de température des eaux estuariennes de l'ordre de 2 °C depuis 30 ans.

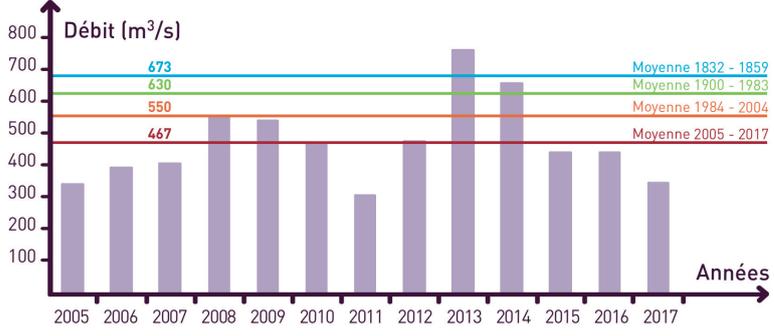


Bassin versant de l'estuaire © Thomas Boniface, Terre & Océan

## « Le bouchon vaseux est ainsi une zone d'amplification des risques écotoxicologiques »

Dans les eaux sombres du bouchon vaseux et dans la crème de vase déposée au fond, les matières organiques sont dégradées par une intense activité bactérienne consommatrice d'oxygène. Plus le bouchon vaseux est « épais », chaud et riche en matières organiques dégradables, plus la teneur des eaux en oxygène décroît. Ainsi ces dernières années, la température des eaux est fréquemment plus haute (+1,5 à 2°C avec parfois des pics de quelques jours entre 25 et 30°C) et leur oxygénation chute occasionnellement, notamment autour de la métropole bordelaise, bien en dessous des recommandations du SAGE\* Estuaire. Ces chutes d'oxygène affectent les capacités d'adaptation de l'écosystème estuarien, en particulier des poissons migrateurs dont les dévalaisons se situent en période critique entre la fin du printemps et l'automne. Contraints à augmenter leur ventilation, les poissons s'exposent aux blessures par les particules d'argiles abrasives et aux risques toxiques directs et d'effets cocktails générés par les contaminants chimiques contenus dans les effluents venus de l'amont et des zones urbaines.

Débits récents et moyennes de débits anciens pour la Garonne aval (La Réole, entrée de la « zone estuaire »)



« Des changements radicaux sont nécessaires pour une acclimatation qui permettrait la régénération de la capacité biologique de l'estuaire et la survie des professionnels de la pêche ancestrale et patrimoniale de la « zone estuaire ». »

### Lexique

- «**Zone estuaire**» : embouchure incluant la Gironde, la Garonne aval et la Dordogne aval, dans laquelle se fait sentir la marée
- Anoxique** : pauvre en oxygène
- Mascaret** : vague déferlante produite dans les estuaires par la marée
- SAGE** : Schéma d'Aménagement de Gestion de l'Eau [www.smiddest.fr/sage.html](http://www.smiddest.fr/sage.html)

## Un risque d'amplification des dégradations ?

Les perspectives climatiques pour les décennies à venir indiquent de plus grandes irrégularités, mais surtout des baisses saisonnières des précipitations et une augmentation des températures de l'air et des eaux. Dans ce contexte de débits fluviaux en baisse accentuée, une gestion optimisée des écoulements et des usages de l'eau sur les bassins versants est à l'étude. Pour atténuer les dégradations écologiques de la « zone estuaire », il apparaît nécessaire de concilier plusieurs grandes orientations visant à garantir la qualité et la quantité des eaux arrivant dans la « zone estuaire ». Notamment, favoriser l'infiltration des pluies, réduire les prélèvements, laisser les nappes alluviales se recharger pour contribuer naturellement aux écoulements d'étiage, mais aussi et en même temps, limiter les rejets de contaminants chimiques et organiques, et améliorer l'épuration des eaux usées de la métropole bordelaise voire même adapter la position de leurs rejets.

Éric Veyssy, auteur des documents et films de synthèses (références ci-dessous)



L'estuaire de la Gironde © Éric Veyssy, Terre & Océan

- Pour en savoir plus ...
- 📖 « Garonne, Dordogne et « bouchon vaseux estuarien », des destins liés » 2019, 2 brochures 24 et 4 pages, Eric Veyssy, Smiddest, Terre & Océan
  - 🎬 « Garonne, Dordogne et « bouchon vaseux estuarien », des destins liés » 2019, 2 films 4 et 19 minutes, Eric Veyssy, Smiddest, Terre & Océan

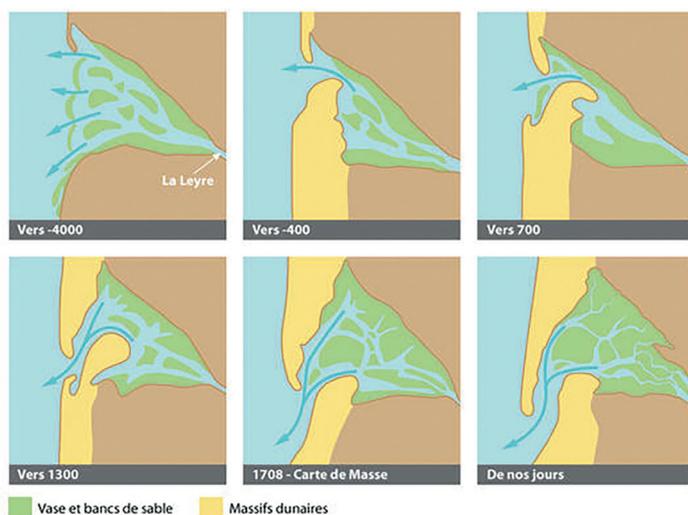
# Le delta de la Leyre, une zone humide d'intérêt majeur



**Au sud-est du bassin d'Arcachon, le delta de la Leyre, est l'un des sites pilotes du Conservatoire du littoral pour une gestion souple du trait de côte dans le cadre du programme Life adapto. Cette zone humide joue un rôle majeur de continuité écologique entre le bassin versant de la Leyre et le bassin d'Arcachon en faisant le lien entre l'eau salée de l'océan et l'eau douce du fleuve. Cette interface est cependant très fragile.**

Les zones humides sont fondamentales pour le maintien de la biodiversité et la protection des zones côtières contre les inondations et les submersions. En France, elles abritent plus de 30% des plantes menacées et 50% des espèces d'oiseaux et sont essentielles pour tous les amphibiens et beaucoup de poissons. Selon leur mode de gestion, ces milieux pourraient évoluer de manières différentes, plus ou moins favorables au maintien de la biodiversité et à l'équilibre des paysages. Depuis quelques décennies, l'expansion des zones agricoles et urbaines les fait peu à peu régresser. Cette disparition se fait au détriment des services « naturels » rendus par ces milieux dans la régulation hydraulique (stockage de l'eau, atténuation des crues et recharge de la nappe souterraine), mais aussi dans l'amélioration de la qualité des eaux (cycle des nutriments, rétention et élimination des polluants).

**Au cœur du delta de la Leyre, l'île de Malprat, les domaines de Certes et de Graveyron...**



Évolution du bassin d'Arcachon © PPRSMBA Conservatoire du littoral

## Une histoire d'environnements et d'hommes

Il fut un temps relativement récent où l'actuelle lagune d'Arcachon était un delta mobile (cf. carte d'évolution). Au fond du « bassin », des prés salés et des forêts humides accueillait des flores et des faunes variées évoluant selon des dynamiques naturelles. À la fin du 18<sup>e</sup> siècle, de grands propriétaires ont exploité ce territoire pour la production de sel en aménageant des bassins endigués. Cet endiguement a été réalisé dans un but exclusivement privé et productiviste. Mais cette production ne fut pas rentable et les propriétaires se tournèrent ensuite vers l'élevage de poissons dans des bassins en forme de peigne. Cette production déclina et s'acheva dans la seconde moitié du 20<sup>e</sup> siècle avec l'envasement progressif des bassins et la détérioration des systèmes hydrauliques.

## Des objectifs de gestion

Depuis l'intervention publique du Conservatoire du littoral (achats du Domaine de Certes en 1984, de Graveyron en 1998 et de l'île de Malprat en 2001), du Conseil Départemental de la Gironde et de la Commune de Biganos (respectivement gestionnaires de Certes et Malprat à partir de 1990 et 2007), l'objectif est la protection de la biodiversité dans un cadre d'évolution à nouveau naturelle (re-naturalisée). Face aux pressions climatiques, la préservation des habitats naturels, de la biodiversité et du réseau hydraulique est un enjeu majeur. Sans oublier les activités traditionnelles qui doivent se maintenir en adéquation avec l'objectif d'ouverture des espaces au public.

### Gestionnaire de l'île Malprat : un métier de passion environnementale

Au cœur du delta de la Leyre, Christophe Cazeaux est gestionnaire de l'île de Malprat depuis 2013. Sur le terrain chaque jour, il se consacre à l'entretien des parcelles végétales, à gérer les niveaux d'eau, mais aussi à réaliser les suivis faunistique et botanique, en application du plan de gestion. Il doit aussi coordonner les liens avec les partenaires, comme l'agriculteur, l'Association des Sauvaginiers de Malprat, le Département, la Région et l'Agence de l'eau ou encore l'Établissement Interdépartemental de Démoustication du Littoral Atlantique. Il participe aussi à la communication indispensable pour présenter les enjeux des zones humides et préserver cette zone naturelle spécifique d'intérêt majeur.



Christophe Cazeaux  
Conservatoire du littoral

## Le Domaine de Certes et la sensibilisation du public

Le domaine de Certes, qui fut une immense seigneurie d'une superficie 6 fois supérieure à celle du bassin d'Arcachon, a été achetée en 1984 par le Conservatoire du littoral. C'est aujourd'hui l'un des vastes espaces protégés du bassin d'Arcachon (530 hectares avec Graveyron). Pour le Département de la Gironde, Joackim Dufour est responsable de l'équipe d'accueil et d'animation des ENS\* du Département, basée au domaine de Certes. Ces dernières années, le domaine de Certes a également vu l'installation du CBNSA\*, du centre de soins de la faune sauvage de la LPO\* et d'un centre d'étude et de conservation archéologique de la DRAC\*. Chaque année, le domaine de Certes reçoit un public varié et de plus en plus nombreux. Pour s'adapter aux différents publics (écoles, collèges, EHPAD\*, professionnel...), les équipes d'animation du département imaginent, construisent, testent et consolident un panel de propositions d'animations avec ses outils pédagogiques pour que tous puissent découvrir le site de manière satisfaisante lors d'événements ou de sorties ponctuelles.



Joackim Dufour © F. Chenel, Agence Nature

### Digues et reconnections

Jusqu'à présent, la pointe de Graveyron a été laissée en évolution libre. Le Conservatoire a fait le choix (après avis de son Conseil scientifique en 2002) de prendre en compte les conséquences de l'élévation du niveau de la mer et de ne pas empêcher le processus naturel d'érosion de certaines digues doublées par une digue de second rang, afin de favoriser la réinstallation d'un marais maritime protecteur contre l'érosion du reste de l'espace naturel. Il constitue en effet un secteur naturel d'interface terre-mer où l'énergie de la mer s'amortit. Sur les 685 hectares du Domaine de Certes et Graveyron et de l'île de Malprat, 35 hectares sont reconnectés à la mer. Les investissements majeurs ont été réalisés à l'arrière des digues. La gestion souple s'est également concrétisée par la reconnexion par le Département d'une partie des domaines de Certes et de Graveyron avec un ruisseau en amont. Cette reconnexion s'est accompagnée de la modification de l'écluse de Cabanot et du réaménagement d'un seuil sur le ruisseau pour permettre la continuité écologique aquatique pour les espèces migratrices. Des secteurs de boisements de zones humides, potentiellement protecteurs s'y développent (cf. mangrove p.20).

### À l'écoute des connaissances scientifiques

Ce territoire a bénéficié d'une expertise scientifique élaborée qui a permis d'améliorer les connaissances. Le programme de recherche pluridisciplinaire « Barcasub » a notamment mis en évidence des dépôts sédimentaires de 3,5 cm par an sur la zone. Mais, il a surtout démontré le succès de la restauration de l'«Habitat Pré-Salé» et validé le potentiel d'atténuation des submersions par cette vaste zone humide reconnectée.

### Terre & Océan et le delta de la Leyre

Depuis près de 20 ans, Terre & Océan intervient autour du bassin d'Arcachon et du Delta de la Leyre pour tout public et par différentes actions (croisières, cours, formations, balades, séances pédagogiques...). Dans le cadre d'adapto, Terre & Océan est en charge d'actions pédagogiques spécifiques pour sensibiliser les différents publics à la gestion souple mise en œuvre par le Conservatoire du littoral.



Pointe de l'île Malprat reconnectée à la mer © F. Lecornec, Conservatoire du littoral (2018)

### Le public encore sceptique ?

Les enquêtes de perceptions sociales ont confirmé que le public était a priori défavorable à cette gestion souple ... par manque de connaissances. Beaucoup pensent, à tort, que les digues protègent les zones urbaines des submersions. Or, initialement leur vocation est de fixer le trait de côte. Lors des tempêtes, l'eau passe par les côtés et par les ports. Ce n'est pas la « Nature » qui augmente le risque, mais ce sont bien nos rapprochements des zones sensibles aux submersions qui nous mettent en danger par les terres que nous prenons aux zones inondables et par une urbanisation trop proche de la bande côtière. S'il est encore difficile de percevoir les effets concrets de la gestion souple, les visiteurs comprennent très bien l'intérêt de préserver ces milieux humides (cf. encart domaine de Certes). L'information est nécessaire pour les publics venus de loin et aussi et surtout pour les habitants des communes alentours. Ainsi la mise en place du Comité local de gestion permet des échanges réguliers entre les gestionnaires du delta de la Leyre et les acteurs locaux ou plus éloignés.

### Changement climatique et amortissements par la gestion souple

Même si les effets directs du changement climatique ne sont pas encore très explicites, les restaurations des prés salés obtenues par ces reconnections marines seront favorisées tant que l'élévation du niveau de la mer ne sera pas trop importante... Et les évaluations ont clairement montré que les fonctionnalités « naturelles » retrouvées par ces milieux permettent une atténuation des impacts du changement climatique avec un bénéfice nettement supérieur à celui de l'option de réparation « au coût par coup » de la digue. À plus long terme, si cette élévation marine se cumule ou s'accélère, les impacts sur les digues et les autres infrastructures historiques seront bien entendu non négligeables. La gestion souple pourra néanmoins amortir les effets et retarder le recul sans doute inéluctable à longue échéance (fin 21<sup>e</sup> siècle)...

Isabelle Kisielewski, chargée de mission au bassin d'Arcachon  
délégation Aquitaine, Conservatoire du littoral,  
Émeline Gonneau et Éric Veysy

### Lexique

**ENS** : Espaces Naturels Sensibles  
**LPO** : Ligue pour la Protection des Oiseaux  
**CBNSA** : Conservatoire Botanique National Sud-Atlantique  
**DRAC** : Direction Régionale des Affaires Culturelles  
**EHPAD** : Établissements d'Hébergement pour Personnes Âgées Dépendantes

Pour en savoir plus...  
@ [www.lifeadapto.eu/delta-de-la-leyre.html](http://www.lifeadapto.eu/delta-de-la-leyre.html)  
@ [www.conservatoire-du-littoral.fr](http://www.conservatoire-du-littoral.fr)



# Au conservatoire du littoral...

Entretien avec Nathalie Madrid, déléguée Aquitaine  
et Katia Perrin, chargée de mission Médoc

## Qu'est-ce que le Conservatoire du littoral ? En quoi consiste-t-il ?

Le Conservatoire du littoral est un établissement public national, créé en 1975, qui a pour mission de préserver les espaces naturels du littoral à travers une politique foncière reliant sauvegarde de l'espace littoral, respect des sites naturels et équilibre écologique.

Il mène ainsi depuis plus de 40 ans une politique d'acquisition des espaces naturels fragiles pour en constituer un réseau et mettre en place des programmes de préservation, de restauration et d'ouverture au public adapté à la sensibilité des sites. Depuis sa création en 1975, le Conservatoire du littoral s'est doté d'objectifs à long terme qui constituent sa « stratégie d'intervention » et permettent de s'assurer que l'action de l'établissement, et en particulier les acquisitions successives, s'inscrit dans une cohérence globale. Protéger le littoral année après année, site par site, parfois parcelle par parcelle, appelle une vision de long terme qui doit régulièrement être adaptée au contexte très dynamique dans lequel les rivages évoluent. Ainsi, une stratégie d'intervention a été concertée et validée pour la période 2015-2050.

## Combien de sites le Conservatoire possède-t-il en Aquitaine et en Gironde ? Par qui sont-ils gérés ?

Le Conservatoire est organisé au plus proche des territoires avec 11 délégations réparties sur la façade atlantique, méditerranéenne, les lacs intérieurs de plus de 1000 ha, la Corse et l'Outre-Mer. La délégation aquitaine recouvre les départements de la Gironde, des Landes et des Pyrénées-Atlantiques. Sur ces 3 départements, le Conservatoire a créé à ce jour 43 périmètres d'interventions, sur lesquels des acquisitions foncières significatives ont été effectuées pour 36 d'entre eux. La surface acquise globale est d'environ 7 800 ha sur les 16 300 ha couverts par des périmètres d'intervention.

En Gironde, le Conservatoire se concentre sur l'estuaire, la façade atlantique du Médoc et le bassin d'Arcachon. On y trouve 24 périmètres d'intervention mis en gestion sur le département. Les sites du Conservatoire sont gérés principalement par des collectivités. Une fois qu'ils constituent des entités cohérentes, un plan de gestion est élaboré.

## Pourriez-vous nous expliquer rapidement en quoi consiste Adapto ? Quels sont les sites pilotes en Aquitaine ? Qu'est-ce que ces sites ont de particuliers ?

Le Conservatoire s'est engagé en Aquitaine depuis plus d'une vingtaine d'années sur la question de la gestion souple du trait de côte et de l'adaptation au changement climatique. Les sites du Conservatoire permettent le développement de programmes d'exploration comme la mise en place de la libre évolution des espaces naturels.

Afin de répondre aux questions posées par le changement climatique, le Conservatoire du littoral s'est mobilisé dès le début des années 2000, en réalisant plusieurs études prospectives. Depuis 2012, le Conservatoire participe activement aux travaux de la stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte. L'ensemble de ces réflexions et des actions menées

sur les différents territoires ont amené à initier en 2015, en association avec de nombreux partenaires locaux et nationaux, le programme « Adapto ». Ce programme bénéficie d'un soutien européen Life sur la période 2018-2021.

Il explore des solutions face aux effets du changement climatique sur le littoral en préconisant une gestion souple du trait de côte. Des démarches pilotes sont conduites sur une sélection de sites en appliquant sur chaque territoire une grille d'analyse du contexte puis ensuite la mise en œuvre d'outils.

Les sites sélectionnés au niveau national sont représentatifs de la diversité des faciès littoraux

présents en Métropole et Outre-Mer.

En Aquitaine, le conservatoire a deux sites pilotes, l'île Nouvelle dans l'estuaire de la Gironde et le delta de la Leyre avec les domaines de Certes et Graveyron et l'île de Malprat sur le bassin d'Arcachon. L'île Nouvelle est une île endiguée sujette à des phénomènes de submersion. Suite à la tempête Xynthia, la création d'une brèche l'a reconnectée à l'estuaire.

Pour les deux sites du bassin d'Arcachon, il a été choisi il y a une vingtaine d'années de ne pas empêcher la reconnexion marine, en laissant s'approfondir des brèches créées naturellement. Les deux sites aquitains sont des zones humides, qui en plus de constituer des sites très riches, s'enrichissent encore plus avec ces reconnexions marines. Elles sont de véritables alliées pour faire face au changement climatique.





1999



2009



2018

Évolution de l'île Nouvelle de 1999 à 2018  
© Conservatoire du littoral

## L'exemple de l'île Nouvelle

### Succinctement, quelle est l'histoire de ce milieu ?

Au 18<sup>e</sup> siècle, l'île Nouvelle est un « vasard », formé par l'union de sables marins et de sédiments charriés par la Garonne et la Dordogne. Ce banc sablo-vaseux se végétalise et forme, vers 1825, deux îles distinctes, Bouchaud au nord et Sans Pain au sud, que l'Homme endiguera dès 1850 pour faciliter la navigation jusqu'au port de Bordeaux. Ainsi, vers 1870, l'île Nouvelle fait son apparition dans l'archipel des îles estuariennes. Elle connaît l'âge d'or à cette époque avec le développement d'activités viticoles d'abord, puis de production céréalières à partir de 1960. Jusqu'à 150 habitants demeureront sur l'île. Le dernier habitant la quittera en 1973.

Le Conservatoire décide de racheter cette île en 1991 pour son fort potentiel naturel, elle est également située sur un axe majeur de migration pour l'avifaune en Europe. Le Conservatoire s'engage à la « renaturer » et à l'ouvrir au public et confie ce site de 317 ha en gestion au Département de la Gironde en 1993. Après quelques travaux d'urgence, un plan de gestion est validé en 2006. La tempête Xynthia de 2010 crée une brèche sur la partie nord-est du site et marque ainsi l'accélération du processus de renaturation.

### Quel est le mode de gestion ? Quelles sont les actions principales qui ont été effectuées ?

L'objectif du plan de gestion est de reconnecter l'île à son estuaire sur la partie nord et de mettre en place une gestion des espaces naturels avec un programme d'ouverture au public sur la partie sud. Ainsi, au nord est engagée une gestion « souple ». Cette zone directement connectée au fleuve fonctionne comme un marais maritime soumis à l'influence des marées. Aucune intervention anthropique n'est engagée sur cette partie ; laissée en libre évolution elle entretient des relations privilégiées avec son fleuve.

Sur Sans-Pain, le village a été restauré de façon à garantir le « clos » et le « couvert » des bâtiments et de créer le pôle gestion de l'île. Au sud de l'île, la gestion est contrôlée avec la reconstitution d'un réseau de digues et d'écluses pour réguler les niveaux d'eau dans les différents casiers hydrauliques et maintenir la mosaïque d'habitats (roselières, mégaphorbiaies, boisements alluviaux) essentielle pour assurer la diversité faunistique et floristique. Les aménagements hydrauliques réali-

sés ont consisté en la pose de deux écluses sur la rive droite, de digues de ceinture autour du village et le renforcement des digues périphériques autour de l'île Sans-Pain pour faire face aux événements climatiques extrêmes. Une zone « tampon » capable d'absorber le surplus des eaux provenant de la partie restée en « libre évolution » a été créée à l'intérieur de l'île.

Le public est ainsi accueilli autour du village restauré dès 2011 et sur un sentier de 3 km de long comprenant un affût et un platelage traversant le boisement alluvial.

### Quelles sont les évolutions observées ces dernières années ?

Depuis la mise en place des premières opérations de gestion en 1998, les observations et suivis de terrain illustrent un net accroissement de la biodiversité des espèces sur l'île : les populations d'oiseaux, mammifères, et poissons sont plus nombreuses, l'avifaune nidificatrice a augmenté sur l'île (Eg. Spatule blanche, Héron pourpré, Blongios nain). La végétation autrefois essentiellement maïs et céréales a laissé la place aux roselières et aux boisements humides.

Les travaux de recherche scientifique actuellement engagés vont permettre d'attester de manière approfondie des nombreux bénéfices écosystémiques rendus par l'île.

### Quelles sont les évolutions possibles de ce milieu ?

Plusieurs scénarios sont possibles sur la partie nord de l'île, ils dépendent des phénomènes climatiques qui pourraient intervenir. S'il est difficile de prévoir de manière certaine l'avenir, un travail d'étude prospective a été engagé avec des experts de l'IRSTEA\*, du BRGM\*, du CAUE\* de la Gironde pour imaginer les futurs possibles.

Les résultats de ces démarches seront pour la plupart connus en fin de programme (2021). Ces travaux de recherche permettront de communiquer, sensibiliser, partager et anticiper les évolutions futures de l'île.

### Quels sont les bénéfices écologiques et économiques ?

Les bénéfices de la reconnexion marine sont aujourd'hui pour partie connus puisque le Département a réalisé un programme de recherches pluridisciplinaire en 2012-2015 pour évaluer les effets de la reconnexion marine. Les suivis scientifiques complémentaires actuellement engagés permettront d'approfondir les bénéfices « écologiques et économiques » de ce mode de gestion souple. L'île a encore bien des trésors à livrer !

### Lexique

**IRSTEA** : Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture

**BRGM** : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

**CAUE** : Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et d'Environnement

Propos recueillis par Émeline Gonneau

# Une gestion souple aux Vieux Salins d'Hyères

**Le projet Life adapto, dont l'objectif est d'initier des démarches d'adaptation au changement climatique sur les littoraux, a sélectionné l'un de ses sites pilotes en région Provence Alpes Côte d'Azur, les Vieux Salins à Hyères. Le Conservatoire du littoral, la métropole Toulon Provence Méditerranée, ainsi que le Parc National de Port Cros et la ville d'Hyères travaillent depuis 2001 à la préservation de cet environnement précieux.**

Avant le 10<sup>e</sup> siècle, les Vieux Salins d'Hyères étaient composés de petites exploitations indépendantes qui ont été assemblées en une seule unité de production au 19<sup>e</sup> siècle, suite à l'acquisition, en 1856, des Vieux Salins par la compagnie des Salins du midi. Au début du 20<sup>e</sup> siècle, la récolte s'effectuait à la main à même le sol et le sel produit était destiné à l'alimentation, l'agriculture, la conservation, la voirie et l'industrie. Cette activité salinière a pris fin en 1995.

Depuis, le Conservatoire du littoral et ses partenaires veillent à la conservation des écosystèmes et habitats naturels du site.

Les Vieux Salins d'Hyères ont été acquis par le Conservatoire du littoral en 2001

Celui-ci abrite de nombreuses espèces et habitats protégés et des paysages remarquables ayant gardé en mémoire le site de production de sel, avec une architecture complexe.

## Les Vieux Salins sous pressions multiples

Avec le changement climatique, en particulier la montée du niveau marin et l'accentuation probable des phénomènes climatiques extrêmes, la côte va devenir de plus en plus sensible à l'érosion. La plage et le cordon dunaire du site des Vieux Salins sont déjà fragilisés au droit des bassins Ournèdes et des Quenets. En plus de la tendance naturelle de recul du trait de côte liée à la montée du niveau marin et à la diminution des apports de sédiments par les fleuves, l'érosion est ici accentuée par la présence d'enrochements (installés à l'époque pour fixer le trait de côte afin de garantir l'exploitation du sel). Or l'installation de digues, brises lames, et autres enrochements interrompt le transport sédimentaire qui existe, à l'état naturel, le long de la plage, des petits fonds marins à la dune. Ceci cause souvent un déficit de sable sur la plage ou sur la dune. Ces ouvrages ne protègent donc pas les littoraux à long terme. Ils ont même tendance à accentuer le processus d'érosion sur la plage, aboutissant, à terme, à leur fragilisation. De plus, la fréquentation humaine de site entraîne le piétinement des milieux dunaires, empêchant la végétation spécifique et adaptée de s'y développer. Or cette végétation fixe le sable dans les dunes et favorise leur développement et la qualité écologique du milieu. Heureusement, des clôtures en bois, appelées ganivelles, ont été installées par endroit pour canaliser les usagers et protéger la dune. En mer, l'herbier de posidonie peut aussi être abîmé par les activités humaines, notamment par les ancres des bateaux.





«L'objectif des aménagements qui seront réalisés en 2019 est de rétablir la naturalité du littoral, c'est-à-dire restaurer les échanges sédimentaires entre la mer, la plage et la dune entravés dans le passé par les activités humaines.»

### Plan de l'opération

- Sentier du littoral existant
- - - Aménagement d'un itinéraire alternatif
- 1 Restauration des dunes
- 2 Désenrochement
- 3 Maintien d'une partie de l'enrochement

Plan des travaux © ALEP/MS

### Restaurer la naturalité du littoral

Le littoral des Vieux Salins, et en particulier son cordon dunaire, est un élément du paysage qui permet de limiter les entrées d'eau marine lors des tempêtes. C'est un système naturellement mobile avec des flux saisonniers de sédiments qui s'équilibrent. Ces échanges sont primordiaux pour que les milieux soient dans un état optimal pour remplir leur fonction de barrière naturelle face aux tempêtes, et surtout pour retrouver un fonctionnement normal suite à une perturbation. C'est ce qu'on appelle la résilience.

Comme les autres zones humides, les étangs des Vieux Salins sont des zones tampons entre la mer et les zones à enjeux humains. Ils ont une capacité à absorber les phénomènes climatiques extrêmes et protéger les habitations, les routes, les campings. Ces zones doivent être aussi protégées pour continuer de servir de lieu de nurserie et d'habitat à de nombreuses espèces d'oiseaux et de poissons.

La gestion souple du trait de côte veut rendre aux littoraux leur caractère dynamique naturel et s'appuie sur les services rendus par la nature, au lieu de construire contre elle. Ce type de gestion valorise les interactions entre les différents milieux marins, côtiers, terrestres et limite les solutions rigides de court

terme qui déséquilibrent souvent les dynamiques naturelles. Elle restaure le fonctionnement optimal des milieux naturels pour mieux « absorber » les événements climatiques extrêmes et protéger les zones arrière.

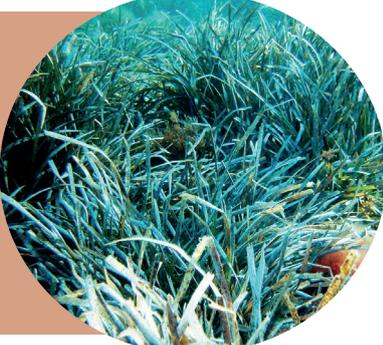
### Les solutions en cours aux Vieux Salins d'Hyères

Il s'agit tout d'abord de la restauration de la dune à l'ouest du site. Celle-ci sera rehaussée par des apports de sable (issu du dragage des avant-ports alentour) et protégée par des ganivelles, pour renforcer son rôle de rempart naturel contre les intrusions marines. En parallèle, un sentier alternatif sera créé autour de l'étang de l'Anglais pour assurer la promenade lorsque celle-ci sera interrompue par les travaux ou les coups de mer. Ensuite, le désenrochement sur une partie du linéaire permettra de restaurer la dynamique sédimentaire naturelle et de décaler l'érosion loin de la partie la plus endommagée du cordon dunaire. À l'est du site enfin, l'enrochement sera entretenu pour garantir la stabilité du débouché du canal de la Gargatte, pour faciliter l'écoulement des eaux et assurer la continuité de l'actuel cheminement du littoral.

Marion Coquet, Chargée de projet Adapto Méditerranée,  
Servane Tarot, directrice du CPIE Côte Provençale  
et Émeline Gonneau

### Les milieux naturels ont aussi un rôle à jouer

Les petits fonds côtiers jouent un rôle important dans la défense naturelle contre l'érosion. C'est là que les sédiments sont stockés ou dispersés pour une meilleure répartition. Ils abritent surtout les herbiers de posidonies qui agissent comme un brise-lame naturel, en particulier lorsqu'ils affleurent à la surface comme c'est le cas à Hyères avec le récif-barrière de posidonie. Sur la plage, les feuilles mortes de posidonie permettent de protéger le sable contre les attaques des vagues et d'abriter toute une faune, nécessaire à la bonne santé de la plage. C'est pour cela qu'on les laisse de plus en plus souvent sur les plages.



Pour en savoir plus...

@ www.lifeadapto.eu page : vieux salins d'Hyères

📺 Vidéo : PrioriTerre au Vieux Salins d'Hyères France 3

# Le Pacte Finance-Climat, une solution simple ?



**Les températures atmosphériques atteignent des niveaux records, le niveau des mers augmente, les catastrophes naturelles sont de plus en plus fréquentes, le réchauffement climatique est bel et bien là. 4 ans après les accords de Paris, l'objectif est toujours le même : réduire massivement nos émissions de GES\* pour ralentir le réchauffement climatique et le stabiliser à l'horizon 2100. Faute de quoi, celui-ci aura des conséquences désastreuses sur les écosystèmes et sur les populations. Cet enjeu implique de profondes mutations dans nos sociétés et exige d'être abordé avec une vision globale reliant sciences du climat et des environnements, sociologie et économie.**

## Du Facteur 4 au Pacte Finance-Climat

Le Pacte Finance-Climat vise à diviser par 4 les émissions de CO<sub>2</sub>, à dégonfler la bulle financière tout en créant plus de 5 millions d'emplois en Europe. Selon Jean Jouzel et Pierre Larroustou, la solution est « scandaleusement simple ». En 2003, la France s'était engagée à « diviser par 4 les émissions nationales de GES du niveau de 1990 d'ici 2050 ». Cet objectif « Facteur 4 » a été validé par le « Grenelle de l'environnement » en 2007. Sans grands effets concrets hélas depuis...

Planifier la réduction de nos émissions est indispensable en prévoyant les mesures de financement nécessaires à cette profonde mutation, qu'il s'agisse de mobilité, d'isolation thermique, d'agriculture, d'efficacité énergétique ou d'aide à la reconversion de certains secteurs. L'échelle européenne semble la plus pertinente pour commencer à agir, en partenariat avec l'Afrique et les pays de la Méditerranée. Parce que l'Union Européenne est un ensemble économique mondial majeur, elle peut devenir un modèle vertueux, et un tel pacte redonnerait du sens au projet européen, aujourd'hui très critiqué et en recherche d'un second souffle fédérateur.

### Et en Gironde ?

Le Conseil départemental de la Gironde réunit en assemblée plénière les 17 et 18 décembre 2018, soutient l'appel pour un Pacte Finance-Climat européen et s'associe aux signataires de cet appel. Il demande solennellement aux chefs d'États et de gouvernements européens de négocier au plus vite ce pacte.

## 1000 milliards d'euros pour sauver le climat

1115 milliards d'euros par an est, d'après la Cour des comptes européenne, la somme qu'il faudrait investir pendant 10 ans d'ici à 2030 pour respecter les objectifs environnementaux et climatiques de l'Union. Mais où trouver 1000 milliards d'euros chaque année ? Le Pacte Finance-Climat préconise la création d'une banque du climat et de la biodiversité, filiale de la BEI\*. Elle aurait pour mission de créer de la monnaie à hauteur de 2% du PIB de chaque état afin de financer les projets de la transition avec des prêts à taux 0. À titre de comparaison, la BCE\* a mis à disposition des banques 2 200 milliards pour résoudre la crise financière de 2008. Par ailleurs, 2 600 milliards d'euros ont été créés par la BCE depuis 2015 pour soutenir l'économie européenne. Malheureusement, seulement 11% de cette somme considérable ont été réinjectés dans l'économie réelle, 89% allant à la spéculation dans les marchés financiers.

## Sauver le climat ou spéculer ?

Le choix ne devrait pas être si difficile. D'autant que la création monétaire des grandes banques centrales n'a cessé d'augmenter ! Le pacte finance climat propose également la création d'un fonds européen « climat et biodiversité », pour financer





la recherche et les collaborations entre pays européens et africains. Un avenant au règlement de l'UE\* préciserait la mise en oeuvre de ces programmes.

**« Nous sommes dans une bulle financière qui peut exploser à tout moment » Jean Claude Trichet, ex-président de la BCE**

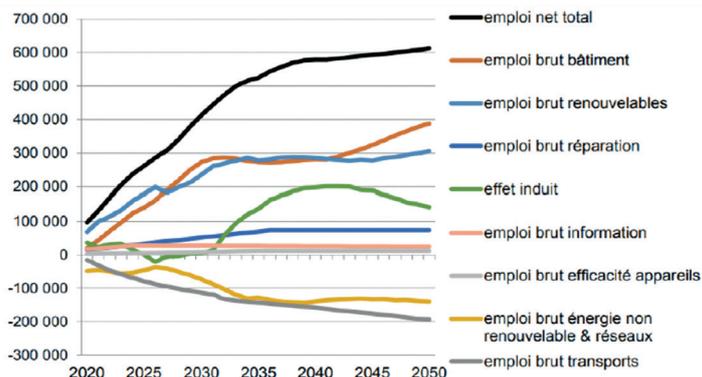
Les pays n'ont jamais été autant endettés qu'aujourd'hui. Le FMI\* et la BFI\* admettent qu'il y a un risque d'auto-destruction du système capitaliste basé sur la spéculation sans régulation universelle et sans objectif partagé à l'échelle mondiale. Pour en finir avec ces dettes grandissantes et avec la financiarisation croissante, il faut donc réguler les marchés financiers, lutter contre l'évasion fiscale, séparer les banques de dépôt et les banques d'affaires, mais surtout lutter contre le chômage de masse qui alerte les dirigeants politiques, les économistes et la BCE.

Au-delà du climat, c'est donc le bon moment pour négocier un vaste Pacte Finance-Climat au niveau européen pour réorienter la création monétaire vers le financement de la transition énergétique. Le Pacte Finance-Climat propose donc au niveau européen une création monétaire fléchée, pendant trente ans pour financer un Plan d'investissement dans les économies d'énergie, le développement des énergies renouvelables et la reconversion de secteurs industriels, agricoles, et des transports, tous fortement contributeurs au réchauffement climatique et aux pollutions de l'air, des sols et des eaux. En outre, le pacte propose qu'une taxe sur les bénéfices des entreprises (de 1 à 5% des

**« Il ne s'agit pas de créer plus de monnaie, mais de mieux utiliser la création monétaire des banques centrales en la réorientant pour lutter contre le dérèglement climatique et tenir les engagements « Facteur 4 » et créer des emplois de qualité »**

### Traité européen pour le climat et la biodiversité : un « plan Marshall » ambitieux pour sauver le climat ... et l'Europe (?)

Pour définir une ligne directrice et un cap pour l'ensemble des pays européens engagés dans le Pacte Finance-Climat, un traité est nécessaire. Il devra être ratifié par les peuples concernés par un référendum pan-européen organisé le même jour dans les différents pays. Ce serait un nouveau départ pour l'Europe : l'occasion de faire de la question du climat un sujet de débat et de cohésion, et de lutte contre l'influence des lobbies opposés à des changements de caps socio-environnementaux. Les citoyens devront jouer un rôle crucial dans la mise en place et le contrôle démocratique de la construction de ce pacte.



Création de 600 000 à 800 000 emplois en France © P. Quirion, association négaWatt, étude CNRS

bénéfices selon leur impact carbone et en exonérant les petites entreprises) contribue à un budget européen spécifique « climat et biodiversité » de soutien à la recherche et à la mise en oeuvre de ces transitions économiques, industrielles et sociales.

Ce nouveau fond européen « climat et biodiversité » permettrait également au pays adhérant au pacte, d'honorer leur contribution à l'enveloppe de 100 milliards promis au pays du Sud lors de l'accord de Paris. L'équilibre du monde en dépend : la paix et la sécurité des citoyens autant qu'un climat adapté à la vie des

peuples et de la nature.

La création monétaire telle qu'elle est réalisée au niveau européen depuis 2015 accroît les risques d'une nouvelle crise financière, qui conduirait à une explosion du chômage et une flambée de sentiment anti-européen. En étant mise au service de ce nouveau « plan Marshall » qu'est le Pacte Finance-Climat, elle créerait environ 6 millions d'emplois en Europe (à l'horizon 2050 dont près de 800 000 en France) et nous engagerait vers un projet d'équilibre politique, social et climatique.

Philippe Bertrand, paléoclimatologue, directeur de recherche au CNRS et Émeline Gonneau

#### Lexique

- GES** : Gaz à Effet de Serre
- BEI** : Banque Européenne d'Investissement
- BCE** : Banque Centrale Européenne
- UE** : Union Européenne
- FMI** : Fonds Monétaire International
- BFI** : Banque de Financement et d'Investissement

Pour en savoir plus...

Pour éviter le chaos climatique et financier J. Jouzel, P. Larroutou, 2017, Odile Jacob

# El Hierro, une île écologique exemplaire

## Énergies renouvelables et autonomie

**El Hierro, l'île la plus petite de l'archipel des Canaries, est classée "réserve de biosphère" par l'UNESCO\* du fait de sa capacité à préserver sa biodiversité, mais également parce qu'elle a appris à concilier préservation de la nature et activités humaines en mettant en œuvre des objectifs de développement durable. Cette île est bien connue pour ses arbres fontaines, "Garóe", et elle abrite également des espèces rares de reptiles notamment le lézard géant d'El Hierro. Mais avant tout, El Hierro est la seule île énergétiquement quasi autonome grâce à des énergies renouvelables.**

La volonté d'indépendance énergétique est liée à l'isolement de l'île. Depuis 2013, elle s'est dotée d'un ensemble unique de production d'énergie, sans émission de dioxyde de carbone. Avant 2014, El Hierro était dépendante de l'arrivée de fuel par bateau, car l'île ne possédait qu'une usine de production d'électricité utilisant les énergies fossiles. Un projet a vu le jour sous l'impulsion politique et technique de Tomás Padrón. Son but était que l'île devienne autonome en production d'énergie et d'eau potable.

### Ainsi, l'usine hydroéolienne de Gorona del Viento a vu le jour en 2013

Cette usine fonctionne essentiellement avec l'éolien, qui produit une grande partie de l'électricité. L'électricité produite en excès est stockée dans une STEP\* : elle sert à faire remonter l'eau du bassin inférieur vers le bassin supérieur grâce à des pompes. Lorsque les éoliennes ne peuvent plus fonctionner en cas d'absence de vent ou à cause d'un vent trop violent, la partie hydroélectrique peut assurer à son tour la production en déversant l'eau stockée dans le bassin supérieur vers le bassin inférieur. Celle-ci passe par des turbines produisant de l'électricité. Mais ce système dépendant de la météo ne peut pas fonctionner tout le temps. L'usine de production d'énergie au fuel fonctionne encore majoritairement en hiver afin de garantir l'approvisionnement en électricité à tous les habitants. Le REE\* a ainsi opté pour un mix énergétique, énergies fossiles et énergies renouvelables afin de pouvoir répondre à tout moment aux besoins de chacun.

#### Lexique

**UNESCO** : Organisation des Nations-Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture

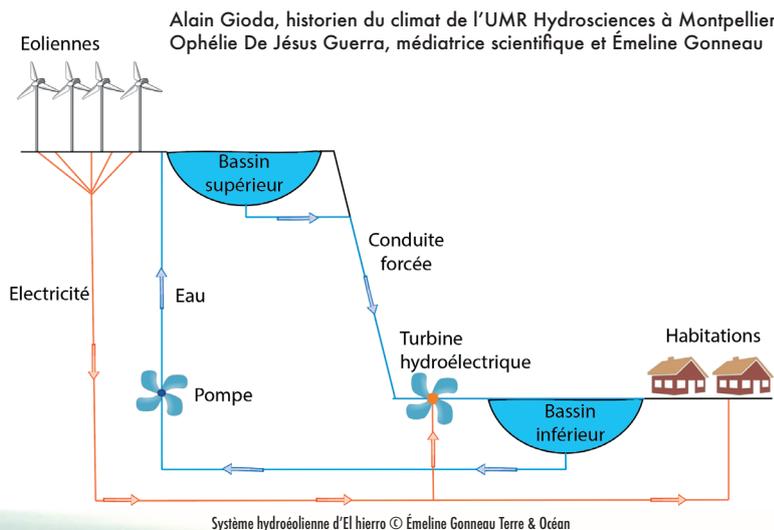
**STEP** : Station de Transfert d'Énergie par Pompage

**REE** : Réseau Électrique Espagnol

### Des performances en améliorations constantes

Les énergies renouvelables de l'usine hydroéolienne de Gorona del Viento prennent chaque année un peu plus de parts dans ce mix énergétique. En 2017, Gorona del Viento fournissait 45,3% contre 54,7% d'énergie fossile. En 2018, sa part est passée à 56,4% pour 43,6% d'énergie fossile. La centrale hydroéolienne a produit 23 656 MWh, soit 17% de plus qu'en 2017. Tandis que l'énergie fossile (le fuel qui produit beaucoup de gaz à effet de serre) a produit 18 268 MWh, soit 21,9% de moins qu'en 2017.

Ainsi, ces dernières années, les périodes pendant lesquelles les énergies renouvelables fournissent 100% d'énergie à l'île sont plus importantes : 33,17 jours en 2017 et en 2018 il y eut deux périodes « 100% renouvelables » (du 25 janvier au 12 février, soit 18 jours et du 15 juillet au 5 août, soit 18,3 jours). Cette centrale hydroéolienne a également un impact positif sur l'économie locale. En effet, l'administration insulaire possède 2/3 des actions de la société Gorona del Viento, ainsi les richesses de l'île restent sur son territoire. Elle est devenue un exemple d'économie circulaire avec de larges retombées économiques pour El Hierro.



Pour en savoir plus...

@ Consommation électrique d'El Hierro en temps réel <https://demanda.ree.es/visionaCan/VisionaHierro.html>

Vidéo : «Une île 100% autonome grâce aux énergies renouvelables !» - FUTURE - ARTE, 2015

# La meilleure des énergies est celle que l'on ne consomme pas !

À Bègles, sur les bords de Garonne, on aperçoit une structure particulière, aux allures de cabane dans les bois. Cette maison éco-conçue, siège de l'association Terre & Océan, est un exemple de bâtiment à très basse consommation énergétique, bâti selon la philosophie du standard européen Passiv Haus.

La lutte contre le changement climatique est un des enjeux majeurs des prochaines décennies. Le secteur du bâtiment est, avant celui des transports et de l'industrie, la première source d'émission de gaz à effet de serre. Il représente près de la moitié de l'énergie consommée en France. Dans les logements, 75% de l'énergie consommée sert au chauffage qui est à l'origine de 40% des émissions de dioxyde de carbone et de 90% de celles de monoxyde de carbone.

## De Darmstadt au standard européen

La première maison passive fut conçue et érigée en 1991 à Darmstadt-Kranichstein (Allemagne). Comprenant 4 appartements de 150 m<sup>2</sup> chacun, ce prototype a servi à la mesure du besoin énergétique sous condition réelle de fonctionnement, soit environ 10 kWh/m<sup>2</sup>/an. Après 6 années de travaux et de mesures, le concept a été validé par le PassivHaus Institut, puis est devenu le «standard européen» à l'issue du projet de démonstration «Cepheus» (Cost Efficient Passive House as European Standards). Il a défini de nouvelles règles de construction de bâtiments passifs pour se prémunir efficacement autant du froid que de la chaleur. Ces référentiels permettent de construire des bâtiments à la fois respectueux de l'environnement et extrêmement sobres en besoins énergétiques.

Dans un bâtiment passif, la chaleur interne produite par les êtres vivants et les appareils électriques, et celle apportée par le soleil suffisent à répondre aux besoins de chauffage. Par son isolation, le bâtiment ne perd pas la chaleur interne et n'a donc pas besoin d'être chauffé. Il est conçu et orienté de manière à capter le maximum de soleil en hiver tout en se protégeant des surchauffes estivales.

Dans un bâtiment traditionnel, le chauffage ne sert qu'à compenser les pertes de chaleur. Ici ces pertes sont réduites au maximum. La consommation d'énergie calorifique d'un bâtiment conforme au standard européen «maison passive» ne dépasse pas 15 kWh/m<sup>2</sup>/an, ce qui est 10 fois moins d'énergie que les bâtiments récemment construits en France.

La prochaine réglementation thermique pour les constructions neuves de 2020 se rapprochera de ce type d'habitation.

## Terre & Océan adapte le standard au climat du Sud-Ouest de la France

Démarré en 2004, le projet de Terre & Océan a été de construire le premier bâtiment d'accueil public construit selon le standard «maison passive» (consommation annuelle inférieure à 15kWh/m<sup>2</sup>/an) en Nouvelle Aquitaine. Inauguré en mars 2013, l'Aquaforum «BBC-passif» accueille des rencontres culturelles et pédagogiques autour des Sciences et de l'Histoire des Environnements. Le bâtiment lui-même est un outil pédagogique pour promouvoir la performance énergétique dans les bâtiments, afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre et limiter le réchauffement climatique. L'Aquaforum est construit à partir d'une enveloppe à ossature bois pourvue d'une double isolation à l'intérieur (ouate de cellulose soufflée) et à l'extérieur (laine de bois). Le renouvellement d'air est assuré par une ventilation double flux avec récupération de chaleur sur l'air extrait. Le besoin d'appoint en chauffage est assuré par une chaudière à gaz et des batteries à eau chaude, couplées à la ventilation de récupération de la chaleur : soufflage d'air chaud par la ventilation. Le risque de surchauffe en été est atténué par une surventilation nocturne et par des filtres solaires extérieurs sur les portes et baies vitrées. Le bâtiment s'intègre au mieux à la végétation environnante des bords de Garonne, et se place hors des risques d'inondation grâce à ses pilotis.

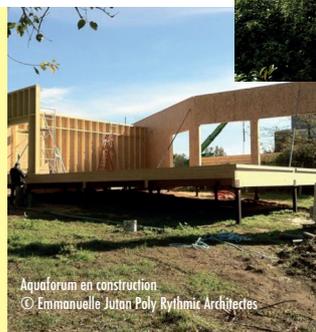
## Vers une généralisation des constructions passives ...

Certaines métropoles comme New York ou Dublin s'engagent dans cette voie. En Belgique, dans la région de Bruxelles et au Luxembourg, les constructions passives sont désormais le standard obligatoire. En France, on répertorie plus de 3 000 constructions passives. Certaines villes donnent l'exemple notamment la ville de Rennes qui a inscrit l'obligation de construire passif dans son Plan Local de l'Habitat.

Émeline Gonneau et Éric Veysy

## Un bâtiment passif coûte-t-il plus cher ?

Lors de l'investissement initial, le coût de construction est légèrement supérieur, de l'ordre de 10%. Ce surcoût est essentiellement lié à la conception thermique plus poussée. Cependant les économies annuelles de chauffage amortissent ce surcoût initial sur une période de 15 à 20 ans (facture divisée par 10 environ). Sur une plus longue période, en cumulant les frais d'investissement et de fonctionnement, une maison passive revient moins chère.



Aquaforum en construction  
© Emmanuelle Jutan Poly Rhythmic Architectes



Aquaforum © Emmanuelle Jutan Poly Rhythmic Architectes

Pour en savoir...  
@ [www.lamaisonpassive.fr](http://www.lamaisonpassive.fr)

# Mangrove, face aux changements climatiques

Mangrove en Inde © Éric Veyssy, Terre & Océan

**La mangrove, cette forêt particulière des milieux côtiers intertropicaux, nous intrigue par sa fragilité et ses mystères. Entre terre et mer, dans des eaux à plus de 20°C, ces forêts de palétuviers\* aux racines aériennes entremêlées, associées à des étendues de vase, accueillent une faune abondante, intégrée dans un écosystème équilibré. Localement comme à l'échelle globale, les mangroves rendent des services écologiques essentiels.**

## **Carbone bleu\* : les mangroves contribuent au stockage du carbone**

Le carbone est un des éléments constitutifs du vivant, indispensable à la vie. Pourtant lorsqu'il est en grande quantité dans l'atmosphère, sous forme de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) notamment, il contribue à l'effet de serre et au réchauffement climatique. Les océans et les forêts sont de grands « réservoirs » qui ont un rôle primordial dans le stockage du carbone.

Ainsi, les mangroves, forêts côtières des régions chaudes, ont une grande importance dans la fixation du « carbone bleu ». Les palétuviers\* ayant une croissance rapide mobilisent beaucoup de carbone. Les feuilles, le tronc, les branches et les racines aériennes sont des stocks de carbone visibles et quantifiables. Le carbone y représente 50% du poids sec. Et les sédiments des mangroves sont aussi riches en carbone que ceux des tourbières. Cette richesse est favorisée par les dépôts au gré des marées et par la difficulté de circulation de l'oxygène, limitant la décomposition des matières organiques.

Le recul ou la disparition des mangroves réduit ces réserves de carbone. Il reste environ 130 000 km<sup>2</sup> de mangrove dans le monde avec une perte annuelle nette de 1%. Les quantités de carbone alors rejetées dans l'atmosphère sont considérables et accentuent significativement le réchauffement climatique.

## **Dépollution : les palétuviers participent au maintien d'une bonne qualité de l'eau**

La mangrove est souvent considérée comme un milieu « inhospitalier et inutile », et, en périphérie des villes et des villages, elle devient de plus en plus souvent un exutoire des déchets. Recevant des eaux usées domestiques, voire des rejets industriels (métaux lourds, hydrocarbures, résidus organiques), ou agricoles, les palétuviers sont affectés par ces apports entraînant la dégradation des écosystèmes, voire leur disparition.

Cependant, les palétuviers sont capables de supporter certaines doses de polluants et peuvent même en capturer certains (nitrates, métaux lourds...) et éviter ainsi qu'ils ne contaminent le milieu aquatique et les vasières. Ainsi les racines filtrent le sel et d'autres éléments, protégeant la plante. Les bactéries et la faune présentes aux pieds des palétuviers et dans les sédiments aident également à piéger certains polluants.

## **Les mangroves peuvent-elles remplacer nos stations d'épuration ?**

Afin d'évaluer la capacité de bioremédiation\* des mangroves, une expérimentation spécifique a vu le jour à Mayotte. Pour faire face à la population grandissante et au besoin en aménagement sanitaire, le SIEAM\* et le laboratoire ECOLAB (CNRS Toulouse) ont mis en place un système de dépollution des eaux usées en utilisant la mangrove. Les eaux usées issues d'un village-test sont prétraitées puis relâchées dans des parcelles de mangroves.



Propagules  
© Éric Veyssy, Terre & Océan



Pneumatophores  
© Éric Veyssy, Terre & Océan

### **Lexique**

**Palétuviers** : grand arbre spécifique des mangroves aux racines aériennes  
**Carbone bleu** : carbone lié aux écosystèmes marins et côtiers.  
**Bioremédiation** : décontamination de milieux pollués par l'action d'organismes vivants  
**SIEAM** : Syndicat Intercommunal d'Eau et d'Assainissement de Mayotte  
**Houppiers** : Ensemble des branches situé au sommet du tronc  
**Oscillation Nord-Atlantique** : phénomène atmosphérique et océanique qui module le climat océanique sur le bassin nord-atlantique et même au-delà.  
**Alizés** : vents permanents des régions intertropicales.

Les analyses et le suivi montrent que les zones de mangroves recevant les eaux usées prétraitées ont une croissance plus rapide, permettant notamment aux palétuviers de produire plus de feuilles. Cependant, cette croissance rapide rend le milieu en dessous de leurs houppiers\* moins lumineux. Certaines espèces de crabes, ayant besoin d'un minimum de lumière, fuient alors ces zones et sont remplacées par d'autres espèces, plus adaptées à ces nouvelles conditions.

### Face aux colères de l'océan, les mangroves protègent ... jusqu'à un point limite !

Le tsunami de 2004 en Thaïlande, les ouragans Hugo et Andrew, dans les Caraïbes, en 1989 et 1992, Nargis dans le golfe du Bengale en 2008, ont bien montré que la mangrove constituait une barrière naturelle capable d'atténuer l'énergie destructrice de ces phénomènes climatiques (ou géologique). Car une mangrove préservée et étendue constitue un écran capable de ralentir la vitesse des vents, de freiner le déplacement de ces énormes masses d'eau et limite ainsi les dégâts.

Mais les palétuviers des rivages sont insuffisants pour stopper l'érosion du rivage générée par des modifications de houles et de courants côtiers induits par les changements climatiques ou par des aménagements. Les cataclysmes climatiques peuvent détruire une partie du couvert végétal et leurs successions réduisent les superficies de mangroves. En Guadeloupe, l'ouragan Hugo (1989) a détruit jusqu'à 80% de la mangrove et cette dernière a mis 20 ans pour retrouver son état initial.

«Le déclin des mangroves menace toute sa biodiversité, et peut avoir des répercussions négatives sur les activités humaines»



Mangrove Inde © Éric Veyssy, Terre & Océan

### Au coeur des mangroves de Madagascar

Madagascar possède 213 000 ha de mangroves, situées en grande majorité sur sa côte occidentale pour des raisons à la fois de caractéristiques du littoral et d'amplitude des marées. Sur la côte orientale, les mangroves sont cependant présentes, mais beaucoup plus sporadiques et encore méconnues. Sur l'île de Sainte-Marie, à 150 km au nord de la ville de Toamasina, la mangrove - environ 170 ha - est magnifique et diverse, reconnue pour ses ressources en poissons et en crabes par les pêcheurs locaux, prisée aussi par un tourisme encore raisonné qui permet à des guides et des piroguiers locaux de développer une activité saisonnière. Mais cette mangrove est aussi soumise à des pressions multiples qui menacent son équilibre et son intégrité. Des eaux usées non traitées s'y déversent librement en aval de certains villages, des macro déchets s'accumulent dans l'entrelacs des racines aériennes des palétuviers, des coupes de bois aussi sont visibles et participent à la fragmentation de la mangrove. Une digue construite récemment pour relier deux parties de l'île a entraîné le dépérissement massif d'une mangrove en fond de baie, en limitant le mouvement des marées et le renouvellement des eaux.

Des acteurs locaux, conscients de l'importance de la mangrove et soucieux de son intégrité, conduisent depuis quelques années, avec l'aide des enfants des écoles, des opérations de replantation ponctuelle. Des chercheurs de l'Université de Toamasina soutiennent ces actions et étudient les différentes facettes de cette mangrove, analysant la croissance des palétuviers ou caractérisant les populations de crabes et la micro-faune. Pour être au plus près de cette mangrove et plus généralement pour mieux comprendre et préserver la biodiversité et l'environnement de l'île de Sainte Marie, l'implantation d'une station marine est aujourd'hui en projet. La conjugaison de ces actions locales de restauration et de ces études scientifiques sera nécessaire au maintien de cette mangrove et à la préservation des ressources et des activités qu'elle fournit.



île de Sainte Marie

### Le trait de côte a besoin de plus de souplesse

Avec la hausse en cours du niveau de la mer et les phénomènes climatiques extrêmes qui s'intensifient (eg. tsunami ou cyclone), les écosystèmes côtiers seront contraints de reculer vers l'intérieur des terres, au détriment d'autres environnements terrestres. Ce phénomène de translation peut être accentué par l'affaissement des sols dans certaines zones, dû à des processus naturels (tectonique) ou anthropiques (pompage d'eau ou d'hydrocarbure).

Toutefois, comme en Guyane, la variation de la position des mangroves et du trait de côte peut également être un phénomène naturel et cyclique. La saisonnalité climatique marquée de la région liée à l'oscillation Nord-Atlantique\* rythme ces dynamiques. Des modifications périodiques du régime des alizés\* génèrent des vagues plus ou moins hautes et puissantes. Ainsi, certaines années, la mangrove recule face à la force de la houle et des vagues qui grignotent la côte. Tandis que durant d'autres années, la houle moins puissante laisse la mangrove s'avancer sur la mer.

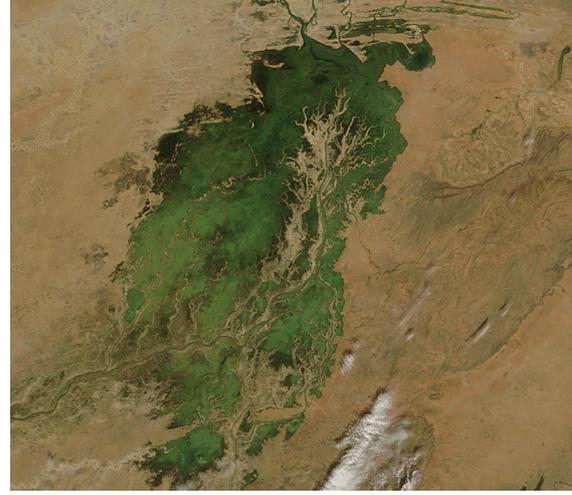
François Fromard, biologiste, directeur de recherche au CNRS, Émeline Gonneau et Ophélie De Jésus Guerra

Pour en savoir plus ...

📖 «Mangrove, une forêt dans la mer», François Fromard, Emma Michaud, Martine Hossaert-McKey, Institut écologie et environnement (INEE) du CNRS, Cherche Midi, 2018

📺 Vidéos : IRD audiovisuel «Mangrove, une forêt dans la mer», «érosion, accrétion, subsidence dans le delta du Mékong»

# Mali : chaos climatique et politique



Au Moyen-Orient, la terrible guerre syrienne s'est déclenchée suite à des problèmes climatiques avec des sécheresses entraînant des déplacements de populations vers les villes où la hausse des loyers et la ressource en eau ont posé problèmes. Ces problèmes climatiques n'ont pas été anticipés en amont et les tensions sociales qu'ils ont induits ont été pour le moins mal gérées par les autorités syriennes (cf. référence a). Puis les enjeux géostratégiques liés aux énergies fossiles et des questions de fondamentalisme religieux ont entraîné la région dans le cauchemar...

Au Mali, le chaos politique a précédé. Mais les grandes irrégularités climatiques et hydrologiques de ces 3 dernières années s'y sont superposées et ont contribué fortement à l'embrasement actuel qui touche désormais la région du delta intérieur du fleuve Niger.

Les usagers ancestraux de ces espaces amphibies voient leur sécurité quotidienne très gravement menacée avec des enlèvements, des meurtres et une peur généralisée qui restreint les productions agricoles, les zones de pêche et étouffe un peu plus encore l'économie locale déjà très affaiblie par plusieurs années de grande précarité.

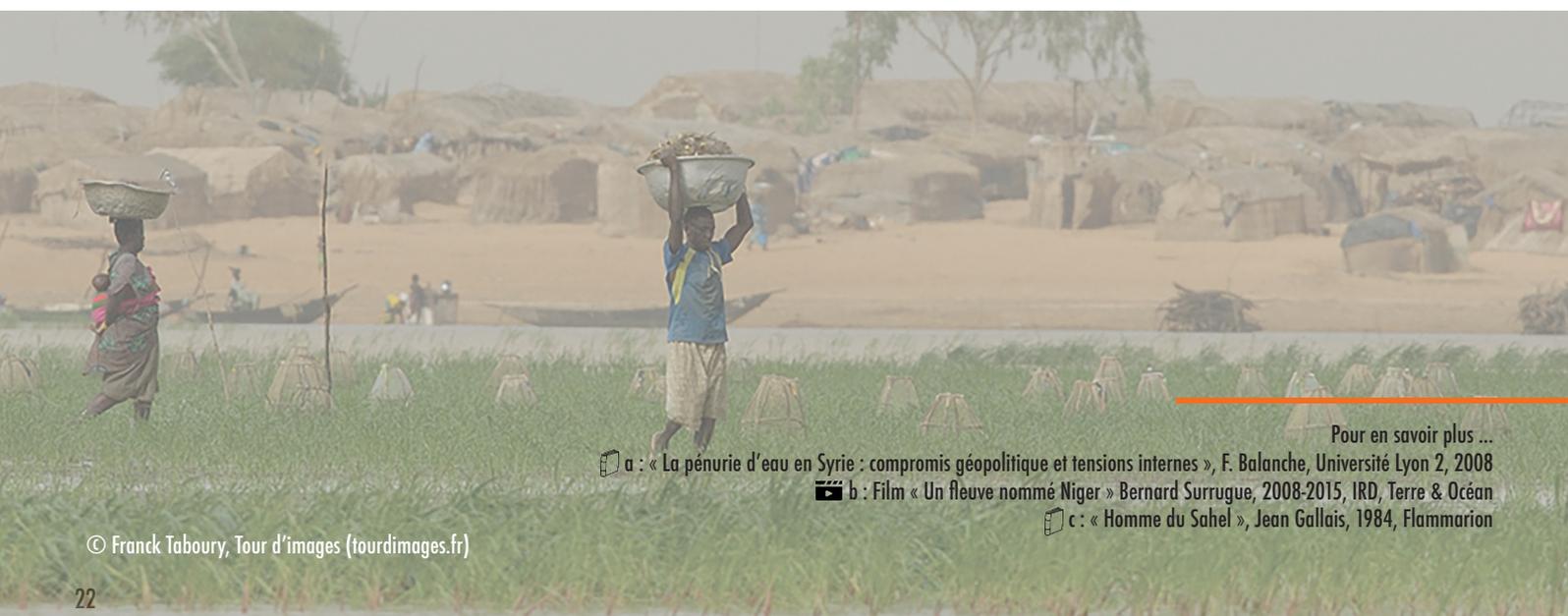
Pourtant, cette zone emblématique des mobilités environnementales et des irrégularités climatiques est riche d'enseignements vertueux. Dans cette Afrique sahélienne, les variations climatiques particulièrement notables depuis de nombreux siècles, ont généré des systèmes sociaux agro-pastoraux souples et mobiles adaptés à la nature des milieux locaux sans les modifier structurellement.

« le delta intérieur du fleuve Niger, une oasis à géométrie variable aux portes du désert »

Si les pluies guinéennes sur le Fouta Djallon sont abondantes en juillet, août et septembre, le delta va s'étaler sur près de 30 000 km<sup>2</sup> quelques mois plus tard, entre novembre et février. Si elles sont faibles, seulement 5 à 10 km<sup>2</sup> seront recouverts par les eaux bienfaitrices de la mousson ouest africaine. D'un extrême à l'autre, tout est différent, au nord des grands lacs en particulier : la quantité d'oiseaux, de poissons, de vies aquatiques et terrestres, des espaces fertiles, des ressources vivrières (pêche, culture, élevage). La migration annuelle des populations de pêcheurs et éleveurs amortit un peu les effets des années de manque d'eau, encore faut-il que les années déficitaires ne se cumulent pas trop, que le déficit soit modéré et que les déplacements puissent se faire en toute sécurité !

Les interconnexions sociales, la mobilité adaptative, l'insertion souple des pratiques dans un environnement mobile au cours de l'année et d'une année sur l'autre, voire d'une décennie à l'autre, ont permis aux populations de vivre de la nature sans la déstructurer (cf. référence b). Certes fragile dans un environnement sahélien irrégulier par nature, l'équilibre des partages des pratiques et des espaces ont permis aux pêcheurs bozos, aux éleveurs peuls et aux cultivateurs bambaras ou dogons de vivre des ressources de l'eau, de la terre et de l'herbe en organisation cyclique d'ampleur variable selon le climat annuel (cf. référence c). Ces mêmes populations qui aujourd'hui se craignent et même s'affrontent parfois très violemment avec comme élément déclencheur ou aggravant les irrégularités climatiques de ces 3 dernières années.

Éric Veyssy



Pour en savoir plus ...

a : « La pénurie d'eau en Syrie : compromis géopolitique et tensions internes », F. Balanche, Université Lyon 2, 2008

b : Film « Un fleuve nommé Niger » Bernard Surrugue, 2008-2015, IRD, Terre & Océan

c : « Homme du Sahel », Jean Gallais, 1984, Flammarion

# Sénégal : des socio-écosystèmes côtiers fragilisés

Erosion côtière au Sénégal © Éric Veyssy, Terre & Océan

Depuis la période du fort déficit pluviométrique (1968-1998) qu'a connue l'Afrique de l'Ouest, on note une série de signaux environnementaux et sociétaux, positifs ou négatifs, témoignant d'une forte dynamique des zones littorales d'Afrique de l'Ouest. L'élévation du niveau océanique et l'augmentation de la fréquence des houles de nord-ouest et des tempêtes d'origine cyclonique, la forte attractivité des zones côtières, le développement de la pêche et du tourisme, les projets d'exploitation des minerais et hydrocarbures ont un fort impact sur les milieux et les communautés du littoral.

Ces dernières années, on remarque en particulier une accélération de l'érosion côtière, exacerbant la vulnérabilité des zones urbaines (Saint-Louis, par exemple) et des villages situés sur le littoral et à l'intérieur des embouchures des deltas du Siné Saloum, du fleuve Sénégal ou de la Casamance du fait de la dégradation voire de la rupture de cordons dunaires protecteurs. S'ensuit une salinisation des nappes d'eau sous les actions combinées de la remontée du niveau de la mer, des politiques publiques souvent inadaptées, de la surexploitation des ressources et du changement climatique avec l'avancée plus intérieure de la marée salée.

Heureusement, les mangroves (cf. Mangrove p.20) ont récupéré des espaces perdus durant les deux pics de sécheresse des années 1973-74 et 1982-84, grâce au retour des pluies, mais aussi aux actions de conservation et de reboisement et au recul de la riziculture de mangrove.

Ce recul de la riziculture semble davantage dû à la baisse de l'attractivité (jeunesse de plus en plus intéressée par des emplois en milieu urbain ou dans la fonction publique) et aux dégâts causés par les aléas climatiques du passé. Certaines zones jadis les plus salinisées sont parmi les plus dynamiques aujourd'hui.

Sociétés et milieux naturels sont soumis aux mêmes aléas, mais se sont montrés plus ou moins vulnérables ou résilients en fonction de leur degré de dépendance vis-à-vis de partenariats extérieurs (État, ONG...). Les sociétés rurales impliquées dans des « projets » ont tendance à arrêter les travaux payés par les projets dès la fin de ceux-ci. Le « projet » est bien souvent avant tout considéré comme porteur d'activités génératrices de revenus

immédiats et à court terme. En effet, jusqu'au début des années 2010, une grande partie de ceux-ci n'étaient pas participatifs. Il est clair que les actions portées par des acteurs locaux dès le montage du projet sont plus adaptées aux besoins et plus durables : entretien de digues, dessalement des casiers.

Tout au long du littoral sénégalais, le trait de côte est très menacé et les mangroves évoluent rapidement, favorisées par l'entrée de plus gros volumes d'eau de mer dans les bolongs (chenaux d'eau salée).

Une grande attention doit être portée à ces socio-écosystèmes littoraux, très exposés, aux avant-postes des aléas du réchauffement climatique.

Tidiane Sané, géographe, Université de Ziguinchor, Casamance, Sénégal



Retour des pêcheurs, Saint Louis du Sénégal, © Éric Veyssy, Terre & Océan

Pour en savoir plus...  
 La Casamance face aux changements climatiques : enjeux et perspectives,  
 Article Vertigo, Tidiane Sané, 2010

# Climat et politique au Bangladesh

## un lien organique



**Au sud de l'Asie, entre l'Inde et la Birmanie, le Bangladesh est présenté comme l'un des pays les plus exposés aux fâcheuses conséquences du réchauffement climatique. Au cœur d'une région connue depuis toujours pour la richesse de ses terres, c'est un des plus jeunes pays du monde moderne, issu de l'indépendance indo-pakistanaise de 1947 puis d'une terrible guerre de « libération » en 1971 qui sortira le pays de la tutelle du Pakistan (occidental). Au-delà des souffrances et des traumatismes qu'ils ont générés, le cyclone de Bohla (500 000 morts et des millions de sans-abri en 1970), puis les inondations catastrophiques de 1974, ont été des déclencheurs d'évolutions politiques majeures avec l'Indépendance en 1971 et un renversement du régime en 1974.**

### Migrants climatiques des campagnes vers la capitale

Depuis 40 ans, les catastrophes climatiques au nord ou au sud du pays se sont succédé, provoquant des déplacements de populations. Des familles voire des villages entiers ont été délogés et sont venus à Dhaka, étendre des bidonvilles déjà existants ou en créer de nouveaux. Plus de 500 000 personnes habitent dans les bidonvilles de Dhaka :

des migrants venus du nord, où les inondations ou les sécheresses ont détruit leurs terres, des migrants venant du sud, fuyant les fureurs des cyclones et les effets pervers de la salinisation des eaux et des terres. Ces dernières années, le changement climatique et la démographie galopante ont emballé ces phénomènes (cf. référence a).

Chaque année, la capitale reçoit ainsi environ 200 000 habitants de plus. Avec plus de 16 millions d'habitants, Dhaka est aujourd'hui la mégapole

connaissant le plus fort taux de croissance urbaine dans le pays le plus densément peuplé au monde. En plus de leurs habitants permanents, les bidonvilles accueillent temporairement beaucoup de saisonniers qui viennent travailler quelques mois à Dhaka pendant les périodes agricoles creuses, pour subvenir aux besoins de leurs familles restées au village. Comme les permanents, ils y trouvent des travaux journaliers mal payés : casseur de brique, porteurs, ménages, ouvriers dans le textile ou conducteur de rickshaws\*. Et les grands industriels profitent de leur grande précarité jusqu'en occident ou dans les pays du golfe Persique...



© Eric Veyssy, Terre & Océan

### Au nord, les « Chars », îles mobiles, productives, mais fragiles

Au nord de Dhaka, les multiples grandes îles de Jamuna (Brahmapoutre) dénommées « chars » sont riches, mais mobiles, et hébergent plus de 5 millions de personnes. La vie et le destin y sont dictés par le fleuve pour le meilleur avec ses terres fertiles, et pour le pire lorsque Jamuna décide de redistribuer ses sédiments dans un autre ordre. Les habitants gardent gravées dans leurs souvenirs les crues majeures de 1966, 1974, 1987, 1988, 1998, 2004, 2007, 2014. Ils évoquent les nuits de peur face aux flots grimpaux les murs des falaises de sables : « On vit comme des oiseaux » disent-ils avec des déménagements précipités, repoussant les maisons loin du bord en les surélevant. Mais malgré les précautions, « Il arrive souvent de s'endormir riche cultivateur, éleveur et propriétaire terrien et de se réveiller sans-abri ».

Et pourtant, quand tout est calme, ces îles sont d'une grande quiétude et l'on comprend que leurs habitants préfèrent affronter le risque plutôt que de migrer en ville. Seul le fleuve pourra leur faire quitter leurs terres, s'il décide de l'emporter et peut-être de les emporter avec elles.

Ces dernières années, le réchauffement climatique entraînant la fonte partielle et progressive des glaciers himalayens, accentue la fréquence et l'intensité des crues de Jamuna et lors des grandes inondations, plus de la moitié du pays se retrouve inondé. Et selon les prévisions du GIEC, cette tendance va s'accroître dans les décennies à venir.

### Lexique

**Rickshaws** : tricycle utilisé pour le transport de personnes ou de marchandises.

**Bangla** : langue du Bengale (Est de l'Inde et Bangladesh), 5e langue maternelle au monde avec environ 250 millions de locuteurs (derrière le mandarin, l'espagnol, l'anglais et l'arabe)

**Sunderbans** : la plus vaste mangrove du monde

**Dokkin Rai** : légende illustrant le milieu hostile (pour les hommes) des Sunderbans matérialisé par le tigre roi de la Nature avec ses démons, dont le combat ancestral face à Bon Bibi la protectrice des hommes est ritualisé dans les villages et intégrés à la culture religieuse hindouiste et musulmane.

**Gaïa** : hypothèse de la « planète vivante » décrite par James Lovelock illustrant les coévolutions de la Terre et de la vie sur celle-ci



« Bidonville des ambassades », Dhaka © Eric Veyssy, Terre & Océan

## Les Sunderbans : la plus vaste mangrove du monde

Les Sunderbans sont un dédale de multiples cours d'eau, où se mélangent les eaux douces des fleuves (Gange, Brahmapoutre et Meghna) et les eaux salées de l'océan indien. Difficile, voire dangereux de s'infiltrer dans cet espace naturel grandiose de 105 000 km<sup>2</sup> partagé entre l'Inde et le Bangladesh. Les niveaux d'eau y oscillent avec des marées de 3 à 6 mètres et les crues de mousson. Les palétu-viers sudari y sont les maîtres de la terre fluide et les constructeurs des îles, qui peuvent constituer de véritables boucliers amortissant les effets dévastateurs lors des terribles et soudaines tempêtes. Les Sunderbans hébergent une faune sauvage d'une très grande richesse dont des dauphins fluviaux et bien sûr le fameux tigre du Bengale. La légende de Dokhin Raï et Bon Bibi\* décrit le partage des Sunderbans avec une ligne transversale : au Nord les Hommes, au Sud le Tigre et la nature la plus sauvage. Mais l'intrusion des eaux salées liée aux phénomènes climatiques récents et les migrations de populations modifient cette ligne de partage et les franchissements de la frontière se multiplient... Chaque année, le tigre rappelle alors à plusieurs dizaines de personnes qu'avec lui, la position initiale des hommes est celle de la proie. Même si dans les écoles, les enfants sont sensibilisés à la préservation de leur environnement, les quelque 200 tigres restants sont en danger de disparition...

## Au sud, les risques cycloniques

L'autre grand risque climatique du Bangladesh est celui des cyclones venus de l'océan indien et du golfe du Bengale. C'est alors vers les grandes villes du sud, Khulna et Barisal et leurs bidonvilles que se dirigent les habitants des Sunderbans\* lorsqu'ils ont tout perdu. Au sud, les dates ne sont pas celles des chars ni des sécheresses du nord. Le danger y vient du large, longtemps imprévisible et encore pour partie imparable. Depuis les temps anciens, chaque siècle a sa chronique de tempêtes, de cyclones ou de typhons, dont le nom est issu du bangla\*. 1665, 1737, 1877, le plus violent de tous les cyclones connus, 1930, 1970, 1988, 1998, 2007 le terrible Sidr, 2009 Aïla. Maintenant les météorologues leur donnent un prénom, jolies appellations pour des démons de Dokkin Raï\* (cf. référence b) ou de Gaïa\*. Le 15 novembre 2007, le cyclone Sidr a été le plus violent depuis celui de 1877, le vent atteignant 260 km/h. L'exceptionnelle intensité du cyclone Sidr a été sous-estimée par les prévisions. Depuis, les politiques gouvernementales et locales ont insisté sur deux fondamentaux : alerte et protection. Les abris anticyclones se construisent et les systèmes d'information en cas d'alerte se perfectionnent. Aujourd'hui, les habitants du sud, conscients des risques, font confiance aux Sunderbans et aux systèmes de protection installés.

## Le Bangladesh porte drapeau des pays vulnérables

« Là où croît le péril, croît aussi ce qui sauve. »  
Hölderlin

Le Bangladesh fait des risques climatiques un élément fort de sa politique internationale. Lors de la COP 21, ses élites scientifiques et politiques ont pris la tête des pays à forts risques climatiques et ont obtenu un accord un peu plus ambitieux (+ 1,5°C à l'horizon 2100). Le pays affronte ainsi son avenir avec une force morale étonnante. Que sera-t-il dans 10 ans ou dans 50 ans ? Et où seront alors les jeunes bangladais d'aujourd'hui ? L'avancée du Bangladesh dans ce 21e siècle sera un indicateur et un révélateur de l'état social, politique, économique et bien sûr climatique de notre planète partagée... Le Bangladesh symbolise le monde en concentré dans un certain sens.

Eric Veyssy



© NASA image Jesse Allen, Earth Observatory, using data obtained from the University of Maryland's Global Land Cover Facility.

Pour en savoir plus ...

📺 a : « Le Bangladesh face aux risques climatiques », Eric Veyssy, documentaire Terre & Océan, 53 et 75 minutes, 2016

📖 b : « Le pays des marées » Amitav Gosh, Robert Laffont, 2006

# Des grands socio-empires historiques déstabilisés (abattus ?) par le climat

Évidemment, quand le niveau marin remonte de plusieurs dizaines de mètres, on comprend bien que des cités voire des civilisations entières (Inde, Égypte, Japon...) localisées sur le littoral se sont trouvées désorganisées lors de la transgression flandrienne\*. Obligées de se replier vers l'intérieur, elles ont rencontré des difficultés telles que la survie de leur structuration sociale a été mise en jeu.

À l'intérieur des terres, dans des zones montagneuses, autour d'un lac ou d'un réseau fluvial, la problématique est différente. Les variations des apports d'eau, directs ou indirects (bassin fluvial) ont joué alors un rôle déclencheur ou ont accentué des déséquilibres internes latents.

## Quel point commun y a-t-il entre les Sumériens, les Mayas ou les Khmers d'Angkor... ?

Leur réussite a-t-elle paradoxalement entraîné leur chute, en attisant les convoitises des peuples voisins et en asséchant des ressources locales surexploitées par la croissance démographique et un « début d'industrialisation » des pratiques et des productions ?

Et le climat changeant a-t-il porté le coup de grâce à des sociétés devenues si puissantes et si ancrées dans leur territoire et leurs certitudes jadis productives qu'elles n'ont pas eu l'humilité de s'adapter en faisant des choix déterminés, incluant des pertes de confort.

L'une des toutes premières grandes civilisations connues a pris naissance en Mésopotamie, vers 3 500 av. J.-C. De grandes cités, telle Uruk, ont centralisé le pouvoir politique et accueilli une population croissante. Pour nourrir tous leurs habitants, les grandes cités ont développé une agriculture intensive basée sur l'utilisation des eaux des deux grands fleuves Tigre et Euphrate. Or il semble que ces fleuves aient subi un basculement rapide vers des conditions climatiques beaucoup plus arides, il y a environ 4 200 ans. Ainsi, outre les conflits entre les cités, les grandes difficultés de la production agricole ont ainsi probablement déclenché la chute des empires akkadiens\*, tous dépendants des abondances et des rythmes hydrologiques de ces fleuves.

La civilisation maya a colonisé l'ensemble de la péninsule du Yucatan, soit une bonne partie du sud du Mexique. Les historiens identifient trois phases dans l'évolution de cette civilisation. Une période pré-classique, qui s'étend de 2 000 av. J.-C. à 250 apr. J.-C., pendant laquelle les Mayas se sédentarisent en petits villages, et commencent à modifier leur environnement,

en défrichant des portions de jungle afin d'y installer les premières cultures, de maïs notamment. Vient ensuite la période classique, pendant laquelle cette civilisation atteint son apogée, entre 250 et 900 apr. J.-C. Cette période voit l'émergence de plusieurs cités-États, telles que Tikal, Calakmul ou encore Palenque. Enfin, la période post-classique est le théâtre de bouleversements pendant lesquels les grandes cités périssent et se vident de leurs habitants.

Or, plusieurs archives géologiques réparties dans la péninsule du Yucatan ont révélé une migration durable vers le sud de la Zone de Convergence Intertropicale\* qui amène les pluies sur la région, entraînant des sécheresses à répétition entre 800 et 900 apr. J.-C. Malgré un système hydraulique performant, ces déficits hydrologiques, accompagnés d'une déforestation intensive ont probablement appauvri les sols et ainsi affecté le rendement des cultures. À cette période, un exode massif des populations urbaines marque la fin de la période classique, et est souvent considéré comme « l'effondrement » de la civilisation maya.

Le terme d'effondrement est sans doute abusif, puisque le peuple et la culture maya ont subsisté, en survivant dans de petites communautés isolées.



Chichen Itza © Bruno Malaizé

Au Nord Est du Cambodge, au-dessus du grand lac Tonlé Sap, des temples, des cités, des « montagnes » de pierres taillées, sculptées, ciselées se trouvent aujourd'hui étouffées par la forêt tropicale qui a repris ses droits depuis plusieurs siècles, suite à l'abandon des sites. Et pourtant, du 12<sup>e</sup> au 14<sup>e</sup> siècle, Angkor Thom, la capitale khmère, fut la

plus grande ville de l'ère préindustrielle avec probablement plus d'un million d'habitants. Cette grande civilisation qui étendra sa zone d'influence sur l'ensemble de la péninsule indochinoise a basé son développement et son équilibre sur la maîtrise de l'eau avec la mise en place d'impressionnants réseaux de canaux d'enceintes et d'irrigation. Ces dernières années, les scientifiques et les historiens ont retrouvé des signes d'une surexploitation des systèmes d'irrigation et de leur engorgement suite à des déforestations massives. La dendrochronologie\* atteste aussi de périodes de sécheresse au cours du 14<sup>e</sup> siècle, qui pourraient avoir contribué à la chute de la grande civilisation khmère d'Angkor et des cités adjacentes, magnifiées par ses temples et sculptures gigantesques. Dans la même période, les Anasazis d'Amérique du Nord ont subi les mêmes causes avec les mêmes conséquences ...

On imagine que ces perturbations majeures et les migrations climatiques engendrées ont dû être chaotiques avec leurs lots d'événements dramatiques ...

Bruno Malaizé, paléo-climatologue, Université de Bordeaux, Émeline Gonneau et Éric Veyssy

### Lexique

**Transgression flandrienne** : remontée du niveau marin d'environ 120 m depuis 19 000 ans.

**Empires akkadiens** : empires de Mésopotamie (Irak, Syrie, ...) autour d'Akkad

**Zone de Convergence Intertropicale** : convergence des masses d'air chaudes et humides

**Dendrochronologie** : Méthode de datation par l'étude des anneaux de croissance des troncs d'arbres.

Comment des changements climatiques ont affecté les civilisations antiques, Bruno Malaizé, Sud-Ouest 26-03-2019

Les civilisations englouties, Graham Hancock, Paris Pygmalion, 2002

Les civilisations à l'épreuve du climat, Vincent Boqueho, Dunod 2012

Mékong, avenir climatique et biodiversité, Documentaire d'Éric Veyssy, Terre & Océan 2017

# Terre & Océan et l'acclimatation

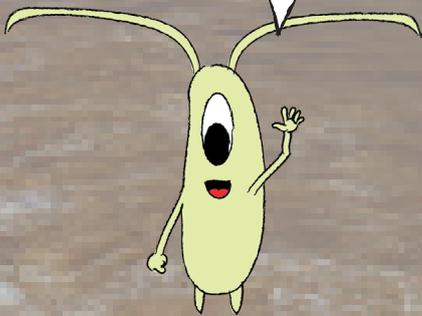


Séances pédagogiques Climat  
Cours et Formation  
Balades  
Conférences  
Terre & Océan Magazine n°3

## Terre & Océan Junior

Le nouveau numéro du magazine Terre & Océan Junior, spécialement fait pour les enfants de 8 à 12 ans est disponible !

Dans ce numéro viens découvrir en t'amusant les environnements côtiers ! Des jeux ? Des articles ? Une BD ? Apprend en t'amusant, c'est seulement 2€. Viens l'acheter directement à l'aquaforum à Bègles !



Des dossiers, des articles

Des fiches sur la faune et la flore

Un bricolage à faire tout seul



## Terre & Océan vous accueille :



Aquaforum, maison passive à Bègles

Mais aussi sur des sites naturels majeurs et de proximité



Maison du Patrimoine Naturel du Créonnais à Sadirac

# Activités de Terre & Océan

Découverte des sciences et  
de l'histoire des Environnements

EAU  
SOLS  
CLIMAT  
OCÉAN  
FLEUVE  
MONDE  
LITTORAL  
GÉOLOGIE  
PRÉHISTOIRE  
BIODIVERSITÉ

*Pour les groupes  
et les individuels  
Scolaires  
et Grand Public*

*(cf livret d'activités)*

ATLIERS  
BALADES  
CONSEILS  
CROISIÈRES  
RÉDACTIONS  
PUBLICATIONS  
CLUBS NATURE  
DOCUMENTAIRES  
COURS ET FORMATIONS  
ACTIONS PÉDAGOGIQUES



Terre & Océan  
1 rue Blériot  
33130 Bègles  
Tel. : 05 56 49 34 77  
[contact@terreetocean.fr](mailto:contact@terreetocean.fr)  
[www.terreetocean.fr](http://www.terreetocean.fr)

Ont contribué à la réalisation de ce magazine :



Conservatoire  
du littoral



RÉGION  
Nouvelle-  
Aquitaine

