



Neiges de l'Atlas, Maroc
© Jean Pierre Hartmann



Chongqing, Yangzi Jiang, Chine
© Oliver Ren, Wikipedia



Village girondin lors de la crue
de Garonne en 1952 © Terre & Océan

Terre & Océan

Magazine

CHAOS HYDRO-CLIMATIQUES : des régions sensibles

Amplification
Irrégularités
Santé
Pénuries
Tensions



Pêche passive dans les herbes, delta intérieur du fleuve Niger, Mali
© Franck Taboury



Lessive au bord du fleuve Niger, Mali
© Franck Taboury



Canal au Ladakh, Inde
© Olivier Chiron



Nuages au-dessus du Médoc © Camille Juvin, CPIE Médoc

SOMMAIRE

Chaos hydro-climatiques : des régions sensibles

2 Les chaos hydro-climatiques à l'échelle humaine

4-15 Sud-Ouest de la France

- 4 Bordeaux-sur-Mer
- 7 Les crues historiques de la Garonne
- 11 La Pimpine, un régime torrentiel entre villes et campagne
- 12 La pointe du Médoc et les mattes dans le contexte du changement climatique

16-27 Afrique et Moyen-Orient

- 16 Les neiges de l'Atlas : des eaux précieuses pour le Maroc
- 18 Delta intérieur du fleuve Niger (Mali) : Les peuples de l'eau face aux dégradations hydro-sécuritaires
- 22 Lac Tchad, terreurs autour de l'eau
- 24 Le Nil jaune a disparu, du « Subpluvial néolithique » au barrage de la Renaissance
- 26 Mésopotamie : le jardin d'Éden en péril Turquie, Syrie, Iran, Irak : l'effet domino

28-47 Asie

- 28 Inde, les paradoxes de l'eau
- 31 Tourisme, eau et climat dans la vallée de l'Indus (Ladakh, Inde)
- 34 Bangladesh, pays des mille rivières et des mille dangers
- 38 Mékong, les équilibres hydro-écologiques sacrifiés à la « modernité »
- 44 L'eau en Chine Des méga-transferts pour compenser les grands écarts

Divers

- 21 Historique et identités de T&O
- 48 Activités générales de T&O

Ont participé à la rédaction de ce magazine :

Éric Veyssy, Camille Juvin, Didier Coquillas Sistach, Lahoucine Hanich, Olivier Chiron.

Conseils et relecture :

Teresa Fernandez, Clémentine Renneville, Gaël Barreau, Begonia Garrido-Díaz, Françoise Leroy, Laurence Candon, Jean-Claude Gianduzzo, Philippe Bertrand, Danièle Ortega, Élisabeth Lemoine...

Directeur de la publication : Éric Veyssy
Responsable de la rédaction : Éric Veyssy
Mise en pages : Bernard Broca Brisson

Dépôt légal : septembre 2023 - N° ISSN : 1761-5291

Imprimeur : Au fil des pages
14, route d'Andron 33650 SAINT-SELVE

Terre & Océan, 1 rue Louis Blériot 33130 BÈGLES
contact@terreetocean.fr - 05 56 49 34 77

Crédit illustration page 2 : © creative32965 / Freepik

Les chaos hydro-climatiques à l'échelle humaine

Eau, cœur du monde

L'eau primordiale est née peu après (80 millions d'années!) notre univers, issu d'un grand fracas il y a 14 milliards d'années dénommé Big Bang. Si l'étincelle et la flamme ont initié les éléments (H puis O) et les contextes de son écoulement et de sa dispersion, **l'eau liquide est jusqu'à preuve du contraire une spécificité terrestre.**

L'eau est notre grand sujet : pas de molécule plus essentielle, pas de principe de vie ni de culte sans eau. De la constitution de notre planète aux désordres climatiques et géopolitiques en passant par l'apparition de la vie et son évolution, de la cueillette et la chasse nomades aux cultures et élevages domestiqués, l'eau est partout présente, parfois discrètement, souvent en premier plan. **L'eau nous sert et nous questionne, nous accompagne nécessairement, mais nous renvoie parfois, d'hier à demain à nos négligences, nos vanités, nos défaillances et nos limites.**

L'eau, condition des implantations humaines

Parfois les lieux ou les villes gardent dans leur nom la mémoire du début, du contexte essentiel de la ressource absolue initiant l'habitabilité. Emblématique est Tombouctou : Tim (ou Tom) signifie le puits en langage des Touaregs, qui fut le point central du campement initial gardé par la matrone Bouctou. Au Nord du Maroc, Tétouan désigne « les sources », points d'ancrage de la cité et on pourrait trouver bien d'autres exemples à travers le monde. Car **il n'y a pas de ville sans eau, pas d'agriculture sans eau, pas d'industrie, pas de production d'énergie, pas d'extractions minières, pas de transports, pas de commerce sans eau, pas de data centers.** Les échanges commerciaux peuvent s'expliquer en « eau virtuelle » : l'eau est le facteur favorisant ou limitant le développement socio-économique des régions et des pays.

Le partage de l'eau a civilisé le monde en étant le prétexte d'une coopération socio-économique vivrière. L'écriture et les lois ont été les outils du partage juste et adapté

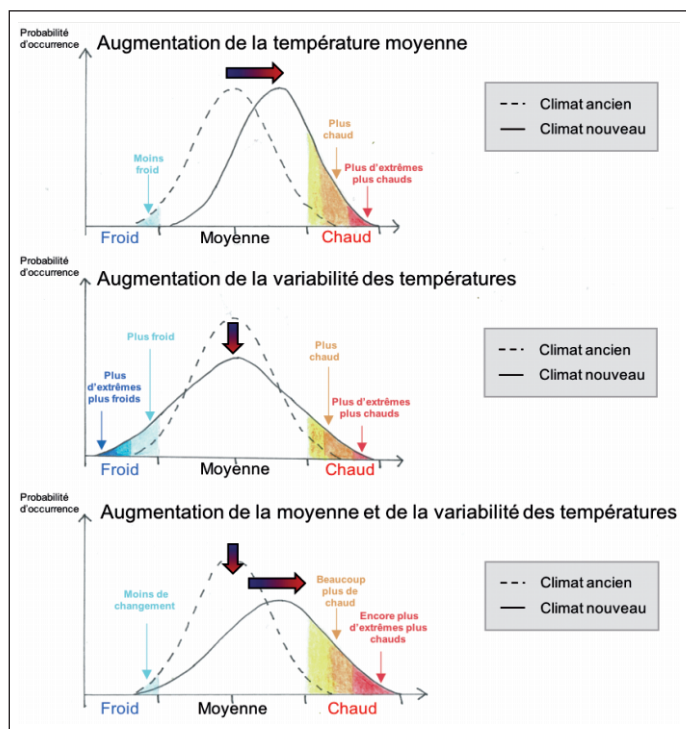


des premières grandes sociétés sédentaires à la ressource fluctuante selon la saison et l'année, en Mésopotamie, dans la vallée de l'Indus, autour du Nil, au Maghreb, etc. Les fluctuations prennent aujourd'hui et prendront encore plus demain une ampleur que notre civilisation moderne de plus en plus dense n'a jamais connue. **L'eau est une grande part de l'expression du climat que nous ressentons dans nos quotidiens aux quatre coins de la planète.**

L'eau amplifie le réchauffement et ses conséquences

Depuis 1957 sous l'impulsion du géochimiste américain Charles Keeling, les mesures du CO₂ atmosphérique sur les hauteurs de Mona Loa à Hawaï montrent un accroissement constant avec une accélération nette depuis 40 ans¹. **L'effet de serre additionnel n'en finit pas de voir sa part se rapprocher de celle de l'effet de serre naturel et pourrait même le dépasser selon les tendances d'émissions et les modèles d'ici 30 à 50 ans** (le méthane a déjà plus que doublé). Plus difficile à suivre, dans les modèles notamment, est l'effet amplifiant du cycle rapide (10 jours) de la vapeur d'eau plus présente dans l'atmosphère du fait de l'augmentation de l'évaporation et de l'évapotranspiration. Mais des estimations indiquent que pour chaque degré supplémentaire, l'atmosphère porte 7 % d'eau en plus. Les obstacles sur les cours d'eau terrestres (tous les 5 km en France), l'étanchéisation des sols et la restriction de leur couverture végétale ainsi que les prélèvements dans les nappes souterraines participent aussi à cette tendance. **Les cumuls de l'effet de serre additionnel et de la vapeur d'eau supplémentaire et amplifiante sont bien responsables des augmentations de températures régionales et globales et des perturbations accrues du cycle de l'eau.**

En complément des modèles complexes, les mathématiques simples nous offrent avec la courbe statistique de Gauss une vision simple et claire de ce que signifie le réchauffement climatique à l'échelle de nos vies et de nos territoires, de



Courbe de Gauss (répartitions statistiques) publiée par le GIEC (2007).

© Teresa Fernandez, Terre & Océan



Femmes et enfants remplissant leurs bidons d'eau, région d'Oromia, Éthiopie.

© Unicef

notre eau quotidienne. La courbe s'écrase et se déplace vers le chaud : les minima sont plus chauds, les maxima sont plus chauds et la variabilité augmente. Le climat est plus instable, plus brutal, plus impactant. **Les températures plus hautes augmentent l'évaporation, qui augmente l'intensité des pluies et les nappes souterraines sur-sollicitées ont du mal à se recharger...** Un peu, modérément, beaucoup? Concrètement, ce sont des décalages temporels et spatiaux des précipitations, des canicules, de longues et répétitives périodes sèches, des pluies intenses, des cyclones plus fréquents et plus violents... Au Sahel depuis 40 ans, au Moyen-Orient et en Asie du Sud depuis 20 ans... Les conditions de vie deviennent ponctuellement ou plus durablement des urgences de survie, des obligations à se déplacer... Et ces **frontières avancées du réchauffement climatique et de ses conséquences sur l'eau se rapprochent de tous.** Depuis quelques mois elles frappent désormais aussi en Amérique du Nord, en Europe, ici chez nous. Les conséquences sont bien sûr écologiques, mais aussi économiques, donc sociales et politiques. Les modèles de production se heurtent à ces variabilités et à ces percussions météorologiques et hydro-climatiques accentuées, difficilement prévisibles et parables, à ces temps chaotiques. *« Lorsqu'on touche à l'eau, on modifie l'ordre économique et social, ce qui peut générer des conflits »*².

Bien comprendre le cycle de l'eau et ses modifications intensifiées en cours devient un préalable urgent. Dans cette optique, Terre & Océan Magazine dresse un état des lieux partiel, faisant focus sur des zones particulièrement sensibles et sur les variétés des répercussions et des réponses données à travers quelques régions.

Éric Veyssy
Terre & Océan

1. <https://keelingcurve.ucsd.edu>

2. *Géopolitique de l'eau*, David Blanchon, Le Cavalier Bleu, 2019.



Irrigation dans les grandes plaines, États-Unis.

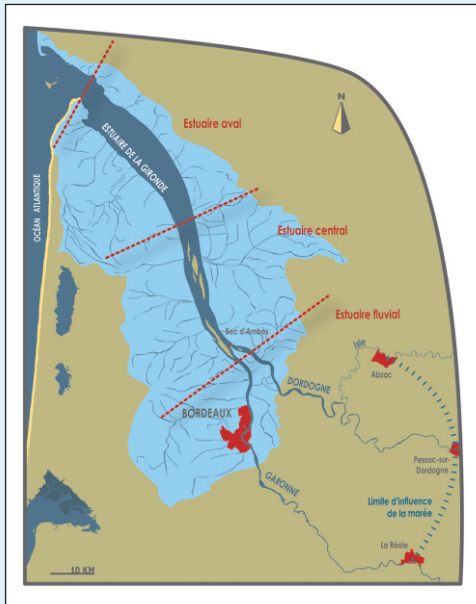
© USDA

Bordeaux-sur-Mer

Flux et reflux: l'histoire fluctuante d'un Estuaire en mouvement...

La Gironde est le plus grand estuaire français et l'un des plus grands d'Europe. Situé entre l'extrémité septentrionale de la plaine des Landes et les falaises calcaires de la Saintonge, il forme une profonde indentation nettement marquée dans le littoral Atlantique. Cette rupture des côtes françaises vient casser le dessin rectiligne et presque parfait de la côte landaise, depuis la côte basque jusqu'à l'île d'Oléron. Cet énorme bras de mer de 625 km² pénètre dans le continent sur 76 km de long dans un sens pratiquement nord-sud, sur une largeur variant entre 2 km au Bec d'Ambès et 11 km un peu en amont de son embouchure. Il constitue l'exutoire d'un bassin versant de 71 000 km².

L'estuaire de la Gironde est un milieu sédimentaire original qui fait de son cours et de ses rivages, des paysages sujets à des **transformations rapides auxquelles les hommes ont dû s'adapter**. C'est aussi une immense voie de communication qui a fait de ses littoraux des régions privilégiées pour l'occupation humaine depuis la nuit des temps, l'aménagement urbain dès la protohistoire et plus récemment industriel. Mais ce qui fait l'originalité de cet environnement, le lien entre tous ces aspects, reste incontestablement le jeu des marées. Il est même probable que le « phénomène » de flux et de reflux soit à l'origine de ces spécificités estuariennes au point que la racine du mot tire ses origines de la marée.



Carte de l'estuaire.

© Thomas Boniface,
Terre & Océan

Étymologie et définitions officielles pour aider à comprendre l'estuaire

Si on s'en tient aux dictionnaires, le mot *estuaire* viendrait du latin *aestuarium*. Pourtant ce mot latin ne semble prendre son sens actuel que très tardivement. L'encyclopédie de Diderot, au milieu du XVIII^e siècle, l'ignore complètement¹. Une seule traduction de *aestuarium* dans un texte du I^{er} siècle av. J.-C. rejoindrait le sens actuel du mot estuaire², mais c'est l'exception à la règle. En principe ***aestuarium* est une lagune, un marécage régulièrement envahi par les marées hautes (*aestus*)**, mais aussi une réserve d'eau plus

ou moins artificielle au sens de piscine ou d'étang maritime servant de vivier³. Le flou qui entoure la conception même de l'estuaire soulève quelques problèmes quant à l'image et surtout au nom qui lui fut donné dans les textes antérieurs au XIX^e siècle. Les riverains avaient-ils conscience d'habiter les rivages d'un estuaire? Est-ce que cela constituait pour eux une originalité et quelle forme prenait-elle? Ou n'était-ce qu'un simple cours d'eau comme n'importe quel fleuve ou n'importe quelle rivière?

Deux définitions importantes ressortent des dictionnaires contemporains consultés⁴. La première est la plus classique: *embouchure d'un fleuve où se font sentir les marées*⁵. La définition ne le précise pas, mais il faut obligatoirement que ce fleuve aboutisse à l'océan ou à une mer ouverte soumise au jeu des marées. Dans le cas de l'estuaire girondin, la marée remonte 160 km en amont de l'embouchure. Sur le cours de la Garonne, elle atteint La Réole (Gironde-sur-Dropt); sur celui de la Dordogne, elle atteint Castillon-la-Bataille (Pessac-sur-Dordogne) et même Coutras sur l'Isle. Dans ces proportions et ce cadre géographique, le phénomène est en place depuis la fin du premier âge du Fer.

La seconde définition est assez différente et moins courante: *large embouchure d'un fleuve dessinant dans le rivage une sorte de golfe évasé et profond*⁶. En raison de l'aspect de l'estuaire girondin, cette définition paraît plus adéquate. C'est d'ailleurs celle qui pourrait correspondre le mieux à la vision des géographes puisque le nom de Gironde est réservé à la partie la plus large de l'estuaire, entre le Bec d'Ambès et l'embouchure⁷. La Gironde jusqu'au Bec d'Ambès est un véritable « morceau » d'océan, un bras de mer aux formes plus marines que fluviales. Pourtant il s'agit en théorie du cours conjugué de la Dordogne et de la Garonne ou de la seule Garonne, si l'on admet que la Dordogne n'est qu'un affluent. C'est d'ailleurs ce que l'on lit dans quelques vieux dictionnaires: *La Gironde est le nom que prend la Garonne, après avoir reçu la Dordogne au Bec d'Ambez*⁸.

Le premier constat est donc celui d'un **milieu difficile à définir dans ses limites et donc profondément original**. Les riverains, quant à eux, semblent n'avoir jamais hésité sur la nature du lieu, et pourtant à y regarder de plus près, ils ne sont peut-être pas étrangers à ce flou. Les noms donnés anciennement à ce bras de mer ou à cette embouchure de la Garonne en témoignent; ils permettent aussi de mieux appréhender le « cadre estuarien » en lien avec le jeu des marées.

1. DIDEROT et D'ALEMBERT, *Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, Paris, 1751.

2. GAFFIOT, F., *Dictionnaire Latin-Français*, Paris, 1934, p. 81.

3. GAFFIOT, F., *Dictionnaire Latin-Français*, Paris, 1934, p. 81. Voir aussi le *Grand dictionnaire universel du XIX^e siècle*, Larousse, Paris, 1866-1879, tome VII, 2^{de} partie, p. 989.

4. Nous avons consulté 16 dictionnaires différents avec dans 14 des 16 cas des définitions très brèves. Nous avons obtenu 19 définitions souvent identiques.

5. C'est effectivement la définition la plus courante (12 sur 19).

6. Nous n'avons rencontré cette définition que dans 7 cas sur 19.

7. Association des sédimentologues français, *Excursion géologique sur l'estuaire de la Gironde*, 1920 mai 1981, Publication de l'I.G.B.A., Bordeaux, 1981, p. 29.

8. BOUILLET, M.-H., *Dictionnaire universel d'histoire et de géographie*, Paris, 1842, Gironde.

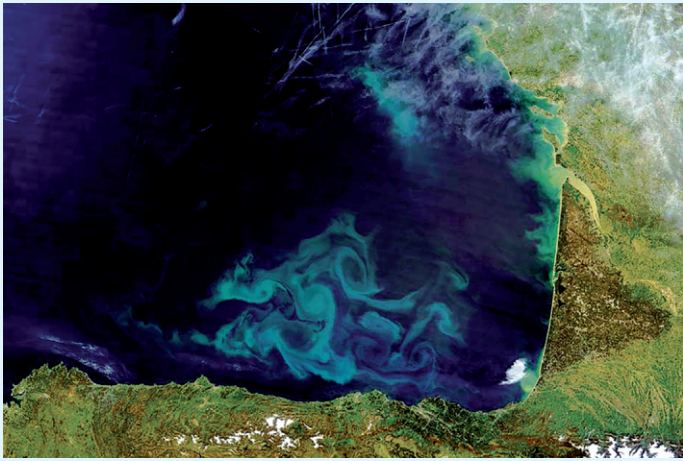


Photo satellite de l'estuaire et du golfe de Gascogne. © CNES

Les conceptions anciennes de l'estuaire

La perception de l'estuaire varie beaucoup selon l'époque, la position sociale du témoin et son lien avec le milieu. **De nombreux écrits expriment la grandeur et la force de l'estuaire sous des formes plus ou moins exaltées, quelquefois avec une pointe d'inquiétude.**

Le fleuve de Garonne ou de Gironde: une définition théorique confuse

Quel phénomène curieux: la Gironde est l'un des rares estuaires à ne pas porter le nom du fleuve auquel il sert d'embouchure. La Gironde est en effet l'estuaire du fleuve Garonne: le fleuve, de sa source à l'océan, s'appelle la Garonne. La Dordogne n'est officiellement qu'un affluent de la Garonne. Il est difficile d'envisager la question avant l'Antiquité faute de sources. Les auteurs antiques, quant à eux, ne s'y étaient pas trompés. **Ausone, au IV^e siècle, puis Grégoire de Tours, au VI^e siècle, appelaient la Garonne le cours d'eau devant Blaye (*Garumna*)⁹.** À cette époque, l'estuaire de la Garonne n'a qu'un seul nom ce qui a au moins le mérite de clarifier les choses. Le terme de Gironde n'existe pas encore. C'est semble-t-il toujours le cas à la veille de l'époque médiévale. Aussi n'est-il pas rare de voir le fleuve aux pieds de Blaye, Pauillac ou Talmont encore appelé la Garonne, là où aujourd'hui nous ne voyons que la Gironde¹⁰.

Cette forme s'estompe cependant dès le XI^e siècle¹¹ avec une généralisation du terme de Gironde sous des orthographes très variées: *Gerundam fluvium*, *Gyrundam*, *Gerunde*, *Girunde*, *Girundia*, etc. Le terme de Gironde reflète alors une réalité bien différente de celui de Garonne. Si la Garonne exprime le fleuve par excellence, son embou-

chure s'est individualisée en se faisant l'écho d'une situation administrative et géopolitique effective qui n'a qu'un lien secondaire avec l'élément liquide. **La Gironde exprime en effet le rôle de frontière qui a été le sien à plusieurs reprises.** Elle permet de saisir qu'à certaines époques la notion de rivages frontaliers a été bien plus importante que l'axe fluvial garonnais. **Le terme de rivage, dans le sens de rivalité¹², prenait alors tout son sens que le mot Gironde matérialisait si bien.** Il est probable que cette notion de frontière ne date pas du Moyen Âge. Elle lui est bien antérieure. Le terme appartient à toute une famille de noms: Ingrandes, Égurande, Guirande, Girande, Eyrans, etc. dont la racine du mot signifiait la frontière ou la limite administrative.

Cette théorie déjà ancienne¹³, puisque C. Jullian lui consacre une étude au début du XX^e siècle, a été maintes fois reprise. Elle convient parfaitement à l'estuaire. Il séparait les cités de Saintes et de Bordeaux dès le Haut Empire romain. Cette notion a cependant pu être renforcée au cours du haut Moyen Âge à plusieurs reprises. **Le fleuve servait de limite entre les États du Nord: royaume franc, domaine carolingien et l'Aquitaine.** Le terme de Gironde ne date peut-être que de ces époques tardives. Ce fait expliquerait alors son apparition et son développement à des dates récentes, surtout après le X^e siècle. En théorie, la Gironde était donc l'embouchure de la Garonne sur cette zone « frontière » qui séparait le Bordelais de la Saintonge. Le terme était couramment utilisé jusqu'à la confluence de la Dordogne et de la Garonne à hauteur de Bourg-sur-Gironde, ce qui est toujours le cas aujourd'hui. À ce stade du développement, la situation est encore logique et claire.

Pourtant la confusion semble s'installer peut-être dès le XI^e siècle. Elle est évidente au XIII^e siècle sous l'effet d'une notion toute différente sur laquelle nous allons revenir: la notion de marée et de mer. On voit alors un processus extrêmement surprenant: **la Garonne, après avoir perdu son embouchure rebaptisée Gironde, se voit elle-même**

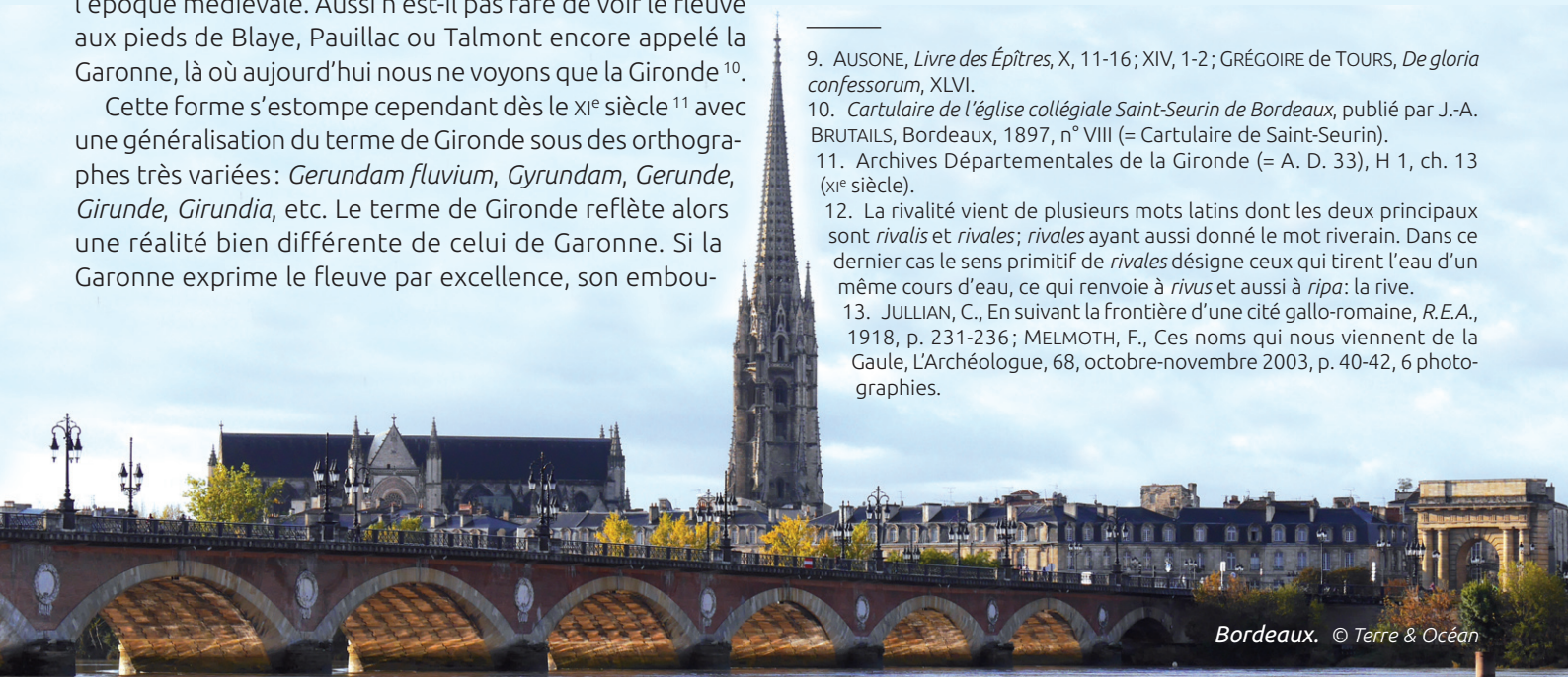
9. AUSONE, *Livre des Épîtres*, X, 11-16; XIV, 1-2; GRÉGOIRE DE TOURS, *De gloria confessorum*, XLVI.

10. *Cartulaire de l'église collégiale Saint-Seurin de Bordeaux*, publié par J.-A. BRUTAILS, Bordeaux, 1897, n° VIII (= Cartulaire de Saint-Seurin).

11. Archives Départementales de la Gironde (= A. D. 33), H 1, ch. 13 (XI^e siècle).

12. La rivalité vient de plusieurs mots latins dont les deux principaux sont *rivalis* et *rivales*; *rivales* ayant aussi donné le mot riverain. Dans ce dernier cas le sens primitif de *rivales* désigne ceux qui tirent l'eau d'un même cours d'eau, ce qui renvoie à *rivus* et aussi à *ripa*: la rive.

13. JULLIAN, C., En suivant la frontière d'une cité gallo-romaine, *R.E.A.*, 1918, p. 231-236; MELMOTH, F., Ces noms qui nous viennent de la Gaule, *L'Archéologue*, 68, octobre-novembre 2003, p. 40-42, 6 photographies.



Bordeaux. © Terre & Océan

« refoulée », comme au jeu des marées, sur plusieurs dizaines de kilomètres en amont sur son cours principal et bien au-delà en amont de Bordeaux ! Le fleuve perd son vieux nom pour se voir préférer celui de Gironde. Le port de Lormont est dit *in aqua Gironda* en 1295¹⁴. Les remparts de Bordeaux sont eux-mêmes baignés par le fleuve *nostrae Gironde*, comme le rapporte un acte de 1316¹⁵. Et ce qui était antérieurement l'estuaire de la Garonne devient sans équivoque l'embouchure *fluvii Girunde*¹⁶. La Gironde est alors assez loin de sa notion première de frontière.

Un bras de mer soumis au jeu des marées

Cette « dualité » Garonne/Gironde tient à un autre aspect qui est l'influence de l'océan sous la forme des marées, ce qui rejoint la première définition de l'estuaire indiquée plus haut. **L'estuaire est tout simplement considéré comme un bras de mer.** Il est même appelé la *Mer: Gyrundam vel mare*¹⁷. C'est l'aspect qui a le plus marqué les esprits entre le XI^e et le XVI^e siècle. Le *Burgus* de Sidoine Apollinaire au V^e siècle¹⁸, devient Bourg-sur-Mer au XIII^e siècle, nom qu'il garda jusqu'au XVII^e siècle¹⁹.

Ce qualificatif de *mare* s'explique par ce jeu de flux et reflux qui fascinait tant les auteurs antiques²⁰ et qui, dans ce sens, ne serait en fait qu'un synonyme du mot *aestus* et qui finira par donner le mot estuaire. À l'époque antique, la marée impressionne. Certains auteurs d'origine « méditerranéenne » font quelques fois le voyage uniquement pour apprécier la puissance du phénomène. Les mentions ou les descriptions de l'estuaire et de ses marées dans les sources anciennes ne sont pas négligeables entre le I^{er} siècle av. J.-C. et le VI^e siècle ap. J.-C. Malgré de grands écarts chronologiques entre tous ces témoignages, un grand trait leur est commun : le caractère grandiose de ce fleuve devenu bras de mer. Tous les auteurs ont été surpris, impressionnés, voire bouleversés par l'estuaire et ses marées. La place qu'occupe le flux des marées dans ces textes révèle combien ce phénomène naturel a troublé leurs auteurs : *La Garonne, qui descend du mont Pyréné, a, dit-on, un cours pendant longtemps guéable et difficilement navigable, sauf lorsqu'elle est gonflée par les pluies d'hiver ou la fonte des neiges. Mais lorsqu'elle a été grossie par sa rencontre avec la remontée de la marée océanique et que, celle-ci se retirant, elle emporte avec ses propres eaux celles de l'océan, elle est nettement plus importante et, à mesure qu'elle avance, devient plus large, pour finir par ressembler à un gros bras de mer ; alors non seulement elle permet la navigation de bateaux d'assez grande taille, mais, en plus, ses flots se soulevant à la manière même d'une mer déchaînée ballottent furieusement les navigateurs, surtout s'ils se trouvent emportés au gré des mouvements contraires du vent et du courant* (Pomponius Mela, *Chorographie*, III, 21-22).

Il y a déjà près de deux mille ans, certains riverains établissaient leurs demeures sur les rivages de l'estuaire de la Gironde pour profiter du panorama²¹, rechercher la bonne exposition au soleil²², la fraîcheur des rivages²³, l'opportunité des plaisirs lié à la proximité de l'eau : promenade sur les bords du fleuve, les plages océanes, les bains de mer déjà conseillés pour la santé, mais aussi pour profiter du jeu des marées²⁴, tant pour le plaisir d'assister au phénomène que pour des commodités de transport²⁵.

À l'époque médiévale, ce jeu de flux et reflux ne choque plus, mais il est encore régulièrement attesté avec beaucoup de respect, même dans les actes de la chancellerie des rois d'Angleterre : *egressu et ingressu*. Cette notion de « bras de mer » n'est pas une caractéristique de la Gironde. La Seudre, pourtant l'un des plus petits fleuves de France, portait le même nom dès la première moitié du XI^e siècle.

Conscients de son aspect gigantesque, les riverains de la « Mer de Gironde » lui donnaient volontiers un nom original, *ymum maris* (*l'isthme de Mer*) que l'on retrouve dans de nombreux textes²⁸. Il symbolise parfaitement la vision médiévale de la Gironde : un immense bras de mer dont la marée pénétrait profondément dans les terres jusqu'à Bordeaux et au-delà. **Le respect qu'imposait pareille force de la nature valait bien un nom spécifique** ; la Garonne pouvait bien céder une portion de son cours, quand bien même il s'agissait de sa partie la plus large²⁹.

Didier Coquillas Sistach

Docteur en Histoire

Terre & Océan

14. *Rôles Gascons*, publié par BÉMONT, C., Paris, 1906, III, n° 4080 (1295).
15. *Rôles Gascons*, publié par RENOARD, Y., Paris, 1962, IV, n° 1615 (1316) (= *Rôles Gascons*, IV).
16. *Rôles Gascons*, publié par MICHEL, F., Paris, 1885, I, n° 2589 (= *Rôles Gascons*, I).
17. A. D. 33, H 583 ; *Rôles Gascons*, I, n° 1139, 2589 ; *Rôles Gascons*, publié par BÉMONT, C., Paris, 1900, II, n° 970.
18. SIDOINE APOLLINAIRE, *Carmen*, XXII.
19. *Rôles Gascons*, I, n° 3302.
20. STABON, *Géographie*, IV, 2, 1 ; POMPONIUS MELA, *Chorographie*, III, 21-22 ; AUSONE, *Livre des Épîtres*, V, 1-3, 36-43, VI, 15-16, 27-36 ; SIDOINE APOLLINAIRE, *Carmen*, VII, XXII ; GRÉGOIRE DE TOURS, *De gloria confessorum*, XLVI.
21. STACE, *Silves*, II, 2 ; PLIN LE JEUNE, *Lettres*, II, 17 ; IV, 30 ; V, 6 ; VI, 24 ; VIII, 8 ; IX, 7 ; LONGUS, *Daphnis et Chloé*, I et IV ; PALLADIUS, *Traité d'Agriculture*, I, 8.
22. VARRON, *Économie rurale*, I, 13.
23. CICÉRON, *Traité des lois*, I, 4, 14 ; CALPURNIUS SICULUS, *Bucoliques*, IV, 1-4, 95-97.
24. CICÉRON, *Traité des lois*, I, 1 ; PLIN L'ANCIEN, *Histoire naturelle*, XXXI, 1, 1-2 ; ATHÉNÉE DE NAOCRATIS, *Les Deipnosophistes*, I, 59 ; MINUCIUS FELIX, *Octavius*, II, 3, 4 ; III, 5-6.
25. STRABON, *Géographie*, III, 2, 4-5.
26. *Rôles Gascons*, IV, n° 1616.
27. Cartulaire de l'abbaye royale de Notre-Dame de Saintes, de l'ordre de Saint-Benoît, publié par GRASILIER, T., dans *Cartulaires inédits de la Saintonge*, Niort, 1871, tome II, n° I (XI^e siècle).
28. À titre d'exemple : A. D. 33, H 583 et *Recognitiones Feodorum in Aquitania*, recueil d'actes relatifs à l'administration des rois d'Angleterre en Guyenne au XIII^e siècle, publié par BÉMONT, C., Paris, 1914, n° 192.
29. COQUILLAS, D., *Les rivages de l'estuaire de la Gironde du Néolithique au Moyen Âge*, thèse de doctorat, université Bordeaux III, 2001, 3 tomes, 4 volumes.



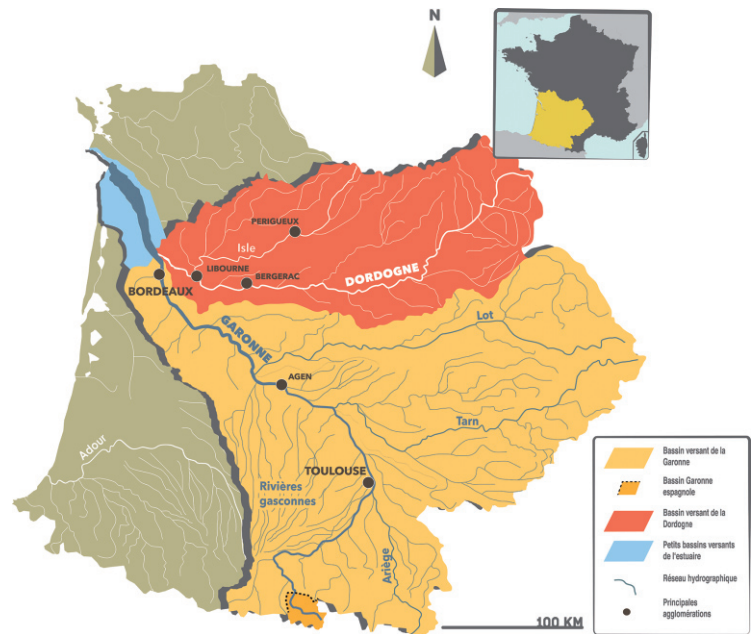
Les crues historiques de la Garonne

L'hydrologie est une question d'instabilités. Dans le temps et dans l'espace. Les cours d'eau qui donnent le plus dans ces irrégularités sont considérées avec déférence, crainte ou agacements, selon les cultures et les époques. **Garonne, elle, est dite capricieuse.** Elle fut même parfois violente, terrifiante, cruelle et impitoyable. À Toulouse, **la chronique de ses crues est la plus ancienne d'Europe, consignée avec méthode depuis 1120.** C'est dire à quel point, on la sait capable de s'épandre, d'arracher, de submerger, d'abîmer matériel, bâtiments, animaux et humains.

Des textes témoignent

Dès le 1^{er} millénaire de notre ère, des témoignages attestent des désordres hydrologiques et autres dérangements climatiques. Ainsi, Grégoire de Tours note qu'« *en octobre 580, notre pays fut accablé d'un tel déluge d'eau que la pluie ne cessa de tomber pendant douze jours. Le territoire fut inondé de telle sorte que beaucoup de gens furent dans l'impossibilité de semer. Les rivières sortirent des limites qu'elles n'avaient jamais franchies; ce qui causa la perte de beaucoup de troupeaux, un grand dommage pour l'agriculture et la ruine de beaucoup d'édifices. Les pluies ayant cessé, les arbres fleurirent une seconde fois, quoiqu'on fut au mois d'octobre... Le cours des saisons semblait dérangé: en plein été on se serait crue au cœur de l'hiver; aussi y-eut-il huit grandes crues entre 480 et 592.* » Et il cite les conséquences... « *des maladies épidémiques et la destruction périodique des récoltes sur de vastes étendues de pays. On fit du pain avec des pépins de raisins, des noisettes, des racines de fougères pulvérisées. Les plus affamés se jetaient sur des herbes humides qui les faisaient enfler et périr misérablement.* »

Capricieuse, taquine, elle joue avec et dans la grande histoire des hommes. En 732, « *les Sarrasins battus sur les bords de la Loire – par Charles Martel et Eudes – ne purent franchir la Garonne à cause d'une crue extraordinaire, suite à 12 jours de pluies diluviennes.* » Et un siècle plus tard, on note « *le retour des inondations de notre fleuve au moment de l'invasion des peuples du Nord* ». Belleforest, écrivain de la Renaissance, nous livre le résultat de ses enquêtes hydrologiques avec quelques années de grandes crues autour du si redouté an mil: 991, 1003, 1012, 1029, 1037. « *Les pluies furent si grandes et durèrent si longtemps en Aquitaine... qu'il n'y eut rivière qui ne se desbordat et ne fist grand maux et degast et ne fut cause d'affreuse pestilence.* » Pour la suite, les annales toulousaines se mettent en place, suite à la crue de 1119, suivie au XII^e siècle par celles de 1120, 1131, 1168, 1196. Cette dernière fut la plus dévastatrice, au point qu'**Henri Plantagenêt prescrit des travaux d'endiguements**, plus ambitieux que les levées de terre ordonnées au IX^e siècle par Louis le Débonnaire à son fils Pépin, roi d'Aquitaine. 10 ans plus tard, décembre 1206, Garonne remet ça avec autant de force, puis **en 1212, elle retarde le terrible Simon de Montfort dans ses poursuites des « hérétiques » cathares au cours de la funeste croisade**



Carte du bassin versant de la Garonne et de la Dordogne.

© Thomas Boniface, Terre & Océan

contre les Albigeois, prétexte opportun pour la mise au pas administrative et culturelle d'une Occitanie trop « libre pensante ». Les Cathares se rendront, la France s'établira dans le Sud-Ouest, mais il faudra sept siècles de plus pour que sa langue et son fleuve calment leurs fougueuses résistances et fulgurances. Car Garonne est bien le grand fleuve occitan, gardant son nom « toulousain » malgré la confluence quelques kilomètres à l'aval de la « capitale occitane » d'un Tarn plus long et parfois plus puissant.

La suite du XIII^e siècle puis le XIV^e réfèrent quelques années de crues remarquables, mais aucune archives de celles du XIII^e siècle n'a conservé l'empreinte du mois d'occurrence de ces levées excessives du fleuve. Ces manquements à la précision doivent-ils être attribués à l'absence ou à l'incompétence des chroniqueurs et archivistes ou est-elle l'illustration des moindres impacts et conséquences de ces crues-là comparées aux précédentes et plus encore aux suivantes? Le climat plus doux de cette période me ferait plutôt indiquer la seconde hypothèse.

Dès le début du XV^e, les archives retrouvent le goût ou la nécessité de témoigner avec précisions les désordres de Garonne et plus largement du climat. **L'hiver 1407-1408, notamment, est un signal brutal de changement d'ère climatique.** Certes, il n'est pas question de retour des



© STC, musée Paul Dupuy, Toulouse

rhinocéros laineux et autres aurochs ou mégacéros de la dernière période glaciaire, 18 000 ans plus tôt, mais le soleil se fait plus froid, plus régulièrement. C'est le début de ce que les scientifiques nommeront plus tard « le petit âge glaciaire ». À partir des archives de Toulouse, Jules Serret écrit : « *Pendant l'hiver de 1407-1408, des inondations extraordinaires coïncidèrent avec une saison extrêmement rigoureuse. La violence des froids fit périr quantité de pauvres gens. Beaucoup furent noyés et grand nombre de moulins et autres édifices furent renversés. Le duc d'Orléans fut contraint de lever le siège de quelques villes riveraines de la Garonne et de suspendre sa lutte contre les Anglais.* » Pour les crues, c'est le début d'une rude série, 1414, 1421, juin 1426, avril 1427, octobre 1428, le tout ponctué par **celle d'octobre 1435, considérées par Jules Serret comme « la plus formidable des inondations signalées dans le cours des âges »**. À Agen, Garonne se lèvera de 35 pieds (12,50 m) au-dessus du niveau de l'étiage actuel. C'est le plus haut niveau atteint dans toute l'histoire de la Garonne agenaise. Le chroniqueur Darnalt note que « *les bateaux naviguaient par-dessus les murs de la ville* ». Étrangement, cette crue n'est pas documentée à Toulouse ! Car cet épisode climatique est probablement, une affaire « cévenole », c'est-à-dire à un déversement intense et massif d'origine méditerranéenne, que connaissent bien les rivières provençales et languedociennes.

Un fleuve mixte

En effet, la Garonne est un fleuve mixte avec deux grands ensembles montagneux recevant une grande part des précipitations qui alimentent la Garonne et ses affluents. D'une part, **les Pyrénées centrales de l'Ariège à la Neste** encadrant la Garonne auxquels on peut ajouter les maigres rivières gasconnes (Gers, Baïse, Gimone, Arrats, Save, etc.) issues du contrefort pyrénéen de Lannemezan. Et d'autre part, **le versant occidental du Massif Central avec l'ensemble Tarn-Aveyron et le Lot**. Ces deux « châteaux d'eau » sont le plus souvent alimentés par les précipitations « atlantiques », mais il y a quelques exceptions locales et saisonnières, notamment lorsqu'en fin d'été ou au début de l'automne, des vents du sud poussent vers les Cévennes et les Pyrénées orientales, l'air humidifié par les évaporations d'une Méditerranée chauffée par son très virulent soleil estival. Il en résulte de **brusques et intenses précipitations s'abattant en quelques heures sur des sols secs et donc peu perméables**. Les eaux s'engagent alors dans les gorges encaissées du Tarn et du Lot, s'y élevant nettement et se propageant rapidement vers la grande vallée garonnaise. La crue d'octobre 1435 est probablement née de ce phénomène, concernant sur ce coup essentiellement le bassin du Tarn et à un degré moindre du Lot.

À la Renaissance, les événements hydrologiques ponctuent encore certaines décennies. L'analyste Lemaire note ainsi en 1527 : « *nous avons vu depuis 10 ans, les grandes inondations des rivières, les tempêtes et tourbillons en icelles eslevés, les hommes abismés, les édifices abattus et les animaux engloutis, afin que sensibles et insensibles, raisonnables et brutes se sentissent de cette ruine et que l'homme pensât d'où provient la cause de ces ravages, ne la réfère au seul effort de nature, mains plutost à justice de Dieu* ».

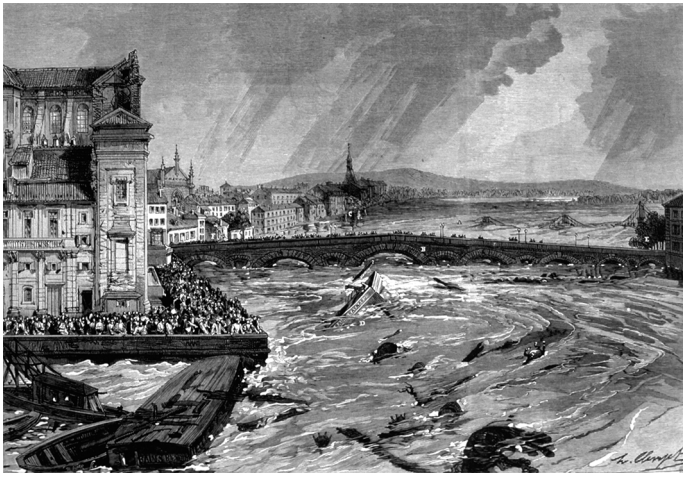
Tant que les hommes fauteront, Garonne sanctionnera de ses submersions brutales. C'est ainsi que les chroniqueurs le transcrivent.

Si les Bordelais ont tardé jusqu'au **xix^e siècle** pour construire le premier ouvrage au-dessus de la Garonne, les Toulousains voient celle-ci détruire le Pont Vieux en 1525, année de peste. Celui-ci était en bois et cet événement assorti à la ruine du Moulin et de la chaussée du Bazacle 1537 convaincra les Toulousains de lancer la construction en pierre du Pont Neuf en 1541. Bachelier le commencera et Mansard le finira en... 1663. Garonne n'est décidément pas commode ! Car même sans être centennale, certaines crues font tomber des murs, emportent et engloutissent.

Le petit âge des glaces

Au **xvii^e** et au **xviii^e** siècle, en approchant du cœur du petit âge glaciaire, plus tard appelé minimum de Maunder, les froids se font plus denses. Le 29 décembre 1623 la « *Garonne se print en glasses* (à Saint-Macaire), *et femmes et chevaux chargés passoient et repassoient...* » Petite histoire locale de glace praticable et de galanteries en avant-garde de la grande et parfois dramatique histoire nationale : les années 1693 et 1694 voient périr près de deux millions de Français, du froid et de ses conséquences, sous Louis XIV, roi soleil dont le règne correspond étrangement à l'absence des taches solaires mise en « lumière » par l'astronome anglais Edward Maunder. Froids longs, intenses et récurrents : 1 400 000 morts de 1707 à 1709... Épouvantable ! Avec 17 jours entre -18 et -24 °C en janvier, l'hiver 1709 a laissé et ôté des traces à Bordeaux où « **la Garonne fut entièrement chargée de masses énormes de glaces entassées les unes sur les autres, surtout à la pleine mer où elles ne laissaient qu'un canal étroit et interrompu au milieu de la rivière. Les plus vieux et les plus gros arbres se fendoient en éclatant dans les forêts avec un bruit d'artillerie.** » Ainsi disparut tout ou partie des emblématiques cyprès de Cenon, autrefois « agrafés » au mât des navires pour attester la provenance bordelaise des vins.

Les temps sont rudes en ce début de **xviii^e** siècle entre ces froids et les excès de Garonne qui reprennent après un siècle de relative accalmie hydrologique : du 7 au 11 juin 1712 « **... La Garonne a fait un grand ravage à Agen ; car elle y a fait périr près de cinq cens personnes, parce que l'eau surprit de nuit, et elle étoit si grande qu'elle passa par dessus les murs de la ville, c'étoit une désolation entière, personne ne croyoit échapper de ce danger évident : on dit que Monseigneur l'Eveque sortit en procession pié nud et tête nue pour implorer la miséricorde de Dieu, accompagné de tout le peuple qui fondoit en larmes, enfin on ne peut, à ce qu'on dit, voir rien de plus touchant...** » Cette crue fait suite à des inondations généralisées dans toute la France en février 1711. Il faut dire qu'en ère même « petitement » glaciaire, les glaciers pyrénéens notamment s'engraissent et ainsi augmentent le potentiel hydrologique global du bassin de la Garonne. Et lorsque ces glaciers régresseront par à-coups à partir de la fin du **xviii^e** siècle, puis plus régulièrement au **xix^e** siècle et au début du **xx^e** siècle, les crues de Garonne monteront plus souvent et à l'occasion encore plus haut. Ainsi peu après, 1767 vit un nouvel épisode froid au cours



© STC, musée Paul Dupuy, Toulouse

duquel : « on passait à Langon sur la Garonne les bœufs, charettes. Le courrier y passait ses voitures. Le vin se glassa dans les barriques ». Puis, l'eau redevint liquide, ruisselante et envahissante. **Du 5 au 7 avril 1770, les remparts de Cadillac seront submergés avec un niveau maximal 12,60 m au-dessus de l'étiage, gravé encore aujourd'hui sous la porte de mer.** En ces jours, « la désolation des campagnes fut à son comble. Durant ces trois mortelles journées, on voyait passer à chaque instant des arbres déracinés, des poutres, des chevrons, des charrettes, des pailiers et une multitude d'animaux voire même d'êtres humains surpris dans les granges et les habitations par l'invasion des eaux. Bien des personnes eurent à peine le temps de se sauver avec leurs enfants et leurs effets les plus précieux sur les toits des maisons, sur les arbres, dans la tribune des églises, laissant tout le reste à la garde de Dieu. » (Lettre extraite des archives de M. de la Ville, comte de Lacépède). **Dans la Garonne girondine, la montée des coefficients, jusqu'à 78 le samedi 7 avril 1770, a sans doute accru les volumes inondant aux moments des marées hautes bloquant l'écoulement des « eaux douces » mais brutales du fleuve.**

Quelques années plus tard, un hiver froid encore préfigure un été chaud : le 2 janvier 1789, « la glace est d'une force étonnante sur cette rivière. Devant Bordeaux, on y a patiné plusieurs jours vu son épaisseur et son étendue qui ne laisse à découvert que le milieu des eaux où le courant est violent. À trois lieues d'ici, elle est parfaitement prise et l'on traverse la Garonne à pié sec comme le plus petit fleuve. – M. le Président Groc a fait cuire une aumelette sur la glace au milieu de la rivière, devant Rions, et l'a mangée tranquillement en compagnie de douze personnes. » Omelette habituellement synonyme de fête pascale après le long carême.

Pluies, fontes des neiges et début d'écoulement des glaciers, **la crue du 14 juin 1855 « survint au moment où**

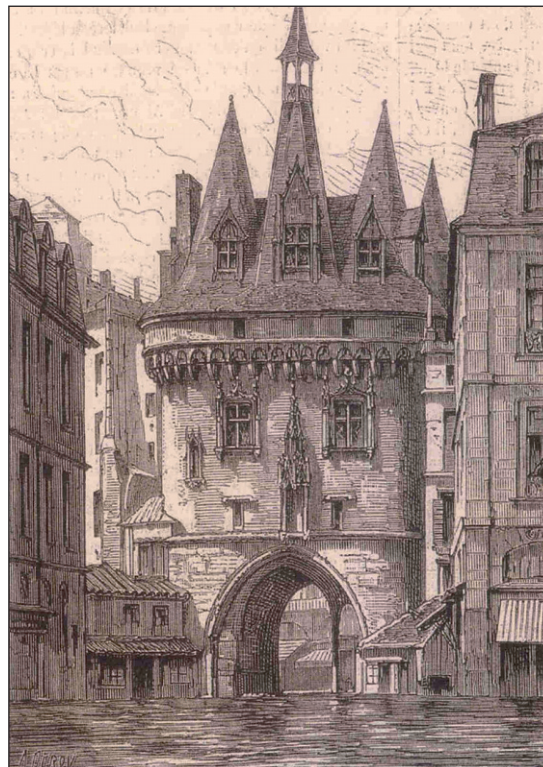
les récoltes étaient en pleine floraison. En peu d'instant, ces richesses immenses du bassin de la Garonne furent anéanties » écrit Jules Serret. Et pire encore 20 ans plus tard du 23 au **26 juin 1875**, le vaste bassin versant de la Garonne, Pyrénées et Massif Central unis, est baigné par 200 mm de pluies en 48 heures. Cette crue océanique accrue par la fonte des neiges bat tous les records historiques de hauteur à Toulouse, sera la deuxième pour Agen (derrière 1770) et la troisième plus en aval à Langon (derrière 1770 et 1930) y frôlant les 12 mètres de surcote. En amont, les vitesses de courants ont parfois dépassé 5 m/s, soit près de 20 km/h... renversant ! « *De sinistre mémoire, n'y revenons pas* » note le chroniqueur toulousain. Le 24 juin, « à 9 heures du soir, la Garonne cesse enfin de croître... Elle se retire le samedi 26 juin laissant derrière elle un limon jaunâtre et infect ! » **Les dégâts aux cultures et aux habitations sont estimés à 1 milliard de francs et en 1876, le service d'annonces des crues est créé** pour donner l'espoir d'un « plus jamais ça ».

Mais le temps passe, la mémoire se dilue par les superpositions des événements et les services devant protéger de l'imparable doivent se roder dans l'action... Nous sommes le **2 mars 1930** et le journal (hebdomadaire universel du 15 mars 1930)

La crue du siècle

La grande catastrophe des 23, 24 et 25 juin 1875

Après un mois de pluies torrentielles, la Garonne déborde. Des Pyrénées à Bordeaux, le 23 juin, la crue atteint son maximum avec 11,40 mètres au-dessus du niveau normal, elle emporte tout sur son passage, les ponts, les animaux et les récoltes. La crue provoque la mort de 209 personnes et détruit 1 400 maisons. À Bordeaux les quais et particulièrement la porte Cailhau sont inondés.



© Les Dossiers d'Aquitaine, gravure, coll. Bertreau



Inondations du Midi (1875).

© STC, musée Paul Dupuy, Toulouse



raconte: « L'Agout déchaîné à Castres cause les premières victimes... la ville (Montauban) se trouve sans eau potable, sans gaz, sans électricité, en partie isolée déjà du reste de la France, et c'est alors que se produit, dans une poussée formidable, l'ultime ruée. Le Tarn, grossi de l'Agout et de ses affluents, après avoir monté de 15 m à Saint-Sulpice et traversé en trombe Villemur et Reyniés, mène l'assaut suprême contre Montauban. Il a emporté comme pour s'entraîner, les ponts suspendus de Mirepoix et de Layrac... **À Montauban, c'est la déroute, des quartiers qui croulent, des morts...** À Moissac (30 km plus loin), on n'a pas voulu croire au danger. Toute la ville ou presque est au cirque – qui passionne plus que la crue de 4 mètres annoncée officiellement dans la journée... Un peu avant minuit... C'est une vague de mascaret qui passe, fauchant des rues entières, comme cette rue du Général-Gras où 5 maisons restent debout sur 65. » Cette rue est aujourd'hui rebaptisée rue du 6 mars 1930. Les tirailleurs sénégalais sont appelés au secours de la population. Le journaliste conclut: « ce que la fureur des hommes avait fait en 4 ans dans le Nord et l'Est de la France, les eaux l'ont fait en 4 jours dans le Sud-Ouest. »... « Toute la misère et toute l'horreur des lendemains de défaite. »... « Depuis que de mauvaises nouvelles sont arrivées du Midi, un élan semble avoir réalisé de nouveau dans le pays l'union sacrée. »

Février 1952, Garonne bombe son axe une fois encore avant décembre 1981. Une riveraine de Port-Sainte-Marie en témoigne: « Au mois de février 1952, après plusieurs jours de pluies abondantes, l'eau se mit à monter à partir du vendredi soir (1^{er}) et le samedi (2), en voyant l'aspect de l'eau, les anciens prédirent une crue violente. Il faut savoir qu'un fleuve en crue ne présente pas une surface plane... il « bombe »... le dimanche matin, devant la rapidité des eaux, 25 cm par heure..., nous décidâmes de déménager la maison de mes grands-parents; ils habitaient Saint-Laurent et se trouvaient **aux premières loges pour recevoir la visite de Garonne...** Ceux qui connaissaient bien les crues prenaient des précautions: faisaient des provisions, en particulier de l'eau car l'adduction n'avait pas encore été faite et nous n'avions pas l'eau courante dans les maisons... Dans la plaine qui était inondée d'un coteau à l'autre, le souci majeur était de mettre « hors d'eau » les animaux de la ferme... Les eaux de pluie charriaient toute sorte de matériaux; au milieu des brindilles et ce n'était qu'arbres, pailles, fagotiers qui s'en allaient au fil de l'eau. Je dois reconnaître n'avoir vu aucun cadavre humain comme cela s'était produit en 1930. »

Décembre 1981 est donc le dernier épisode en date à pouvoir être incluse dans cette longue histoire des soubresauts majeurs de notre grand fleuve du Sud-Ouest (classé autour de la 226^e place mondiale en termes de débit si on lui ajoute la Dordogne).

Et demain ?

Garonne endiguée, éventrée par l'extraction des graviers, ponctionnée en amont par les barrages et les retenues collinaires, n'a plus le débit d'antan (-20 % sur les 40 dernières années) et l'aura encore moins dans les décennies à venir. Cela nous met-il pour autant à l'abri de ces submersions historiques? Statistiquement, le risque est moindre, mais maître climat est par essence irrégulier et par réchauffement rapide en cours, plus chaotique encore. **Dans l'estuaire et la Garonne maritime, l'attention sera de plus en plus de mise face à l'élévation du niveau marin et au risque accru d'événements atmosphériques intenses (pluies massives, tempêtes).** Les zones basses sont prévenues!

Éric Veyssy

Auteur des brochures et des films (chaîne YouTube Terre & Océan) **Garonne, Dordogne et bouchon vaseux estuarien, des destins liés** et d'une thèse de doctorat « Transferts de matières organiques des bassins versants aux estuaires de la Gironde et de l'Adour ».



Photos aériennes de la crue de la Garonne en février 1952 lors de la reconnaissance par les services de l'État
© Anonyme



Principales références:

- Les débordements de la Garonne dans l'Agenais, Jules Serret, 1910.
- Phénomènes météorologiques anormaux en Gironde, Paul Caraman, 1910.
- Monographie des crues de la Garonne SMEPAG, 1989.
- Témoignage d'une riveraine, *Histoires d'eau*, Villeréal, 1998.
- Journal Universel de la semaine, *Les inondations du Sud-Ouest*, mars 1930.
- Service hydrographique et océanographique de la marine <https://maree.shom.fr>

La Pimpine, un régime torrentiel entre villes et campagne

En amont de Bordeaux, la rive droite et ses coteaux calcaires délivrent des cours d'eau de taille modeste qui d'ordinaire, n'attirent pas particulièrement l'attention sur les dangers potentiels de leur surcroît liquide. Et pourtant, ils ont bien **un régime torrentiel** du fait de leur pente conséquente et régulière, de l'ordre de 4 m/km qui n'a rien à envier à la Garonne pyrénéenne. C'est particulièrement le cas de la Pimpine, dont la source se situe à Créon, à une centaine de mètres en altitude. Elle s'écoule ensuite sur 17 km seulement jusqu'à Latresne où **elle devient estey en rejoignant le lit et l'hydrodynamique de la Garonne maritime**. Sa morphologie de bassin se resserrant sur l'exutoire indique sa sensibilité aux risques d'inondation, accentuée au moment de la marée haute garonnaise.

Une crue cévenole aux portes de Bordeaux

Au soir du jeudi 17 juin 2021, un abat d'eau inédit de 120 mm en 2 heures a produit une inondation imparable, avec un pic au moment de la marée haute nocturne (2 heures du matin le vendredi 18 juin), provoquant l'évacuation et la panique pour plus de 70 habitants dans l'entonnoir du bas Latresne. Les **trois bassins de rétention** répartis sur les 17 km du cours de la rivière ont été insignifiants face à l'ampleur des volumes ruisselés. **Il en aurait fallu une centaine !**

Heureusement, la Garonne était très calme en débit (150 m³/s) et en coefficient de marée (51).

Cet épisode est un indice local de l'intensification des « vidanges » aléatoires d'une atmosphère plus chargée d'humidité du fait de l'évaporation accrue par le réchauffement climatique. Comme **un prémisses des temps chaotiques** clairement explicités dans le dernier rapport du GIEC.

Éric Veyssy, Terre & Océan



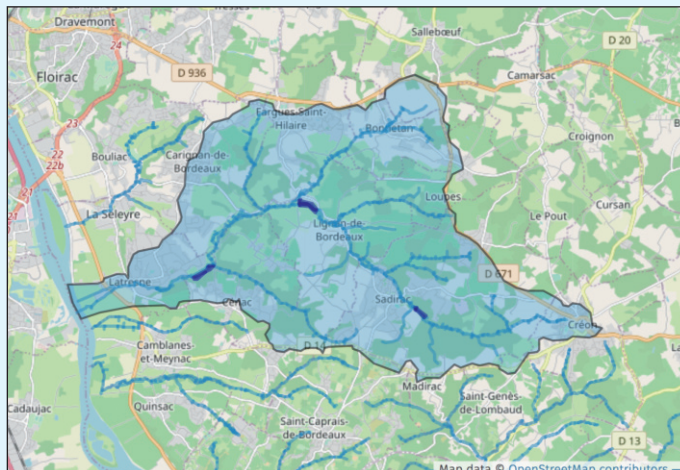
Pont de la Pimpine à Latresne :
goulet d'étranglement de l'écoulement de la Pimpine.

© SIETRA



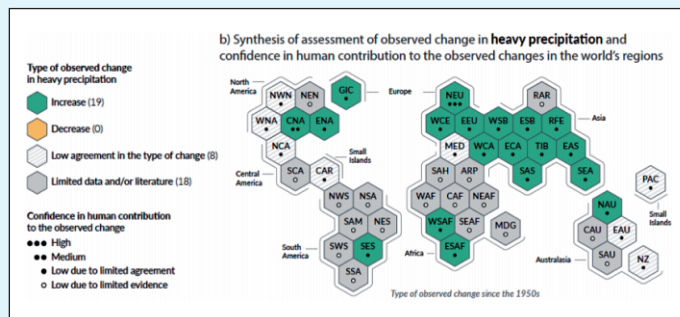
La Pimpine en crue à Latresne.

© Éric Veyssy



Bassin versant de la Pimpine.

© SIETRA



Accroissement des risques de précipitations intenses :
extrait du rapport 2022 du GIEC.

© GIEC

Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI) autour de Bordeaux

Dans les zones estuariennes, les inondations peuvent être potentiellement liées à plusieurs types d'événements hydro-climatiques : pluies, tempêtes, marées. Pour la Garonne bordelaise, le PPRI est basé sur **la conjonction des trois phénomènes très forts (voire extrêmes) concomitants** : une crue de la Garonne de 7 200 m³/s (voir article crues historiques), alliée à 118 de coefficient de marée et à 15 m/s (54 km/h) de vent au moment de la marée haute. Les zones basses et particulièrement celles des bras secondaires comblés (Souys, Queyries...) et des lits mineurs et majeurs des rivières désormais urbaines et décantées sont les plus sensibles.

La **pointe du Médoc** et les **mattes** dans le contexte du **changement climatique**

La pointe du Médoc, terre soumise à un double risque

La pointe du Médoc est un « autre Finistère », sa situation de presqu'île la place **entre deux eaux, l'océan Atlantique à l'ouest et l'estuaire de la Gironde à l'est**. Cette péninsule est confrontée à un double risque; l'érosion côtière sur la côte océane grignote peu à peu le trait de côte tandis que côté estuaire, c'est le risque de submersion marine qui menace les terres les plus basses. Sur ce territoire, un combat perpétuel est mené par les occupants contre les forces dévastatrices de l'océan et de l'estuaire. Depuis pratiquement deux siècles, la puissance de la nature est telle que sur les deux façades, les systèmes de protection mis en place ne manquent pas d'imagination. Ils sont sans cesse renouvelés, repensés pour s'adapter le mieux possible à chaque situation. **L'identité forte de ce Médoc s'est construite en lien avec ses paysages et ses ressources naturelles**. En quoi peut-elle être vulnérable au changement climatique? Quels en seront les effets sur le territoire estuarien particulièrement soumis au risque de submersion marine? Comment anticiper ces phénomènes? Dans le contexte du dérèglement climatique, **la gestion souple du trait de côte semble être une solution raisonnable** à apporter pour répondre aux enjeux de demain.

Les terres basses de marais

Les terres basses de la pointe du Médoc sont des terres de marais dont le profil peut curieusement varier du tout au tout. En Médoc, les paysages organiques des palus et la géométrie des mattes sont des entités paysagères bien distinctes. **Au XVIII^e siècle, l'Homme décide de conquérir ces zones humides par l'assèchement des marais**. Henri IV fait appel au savoir-faire des Hollandais sur le drainage et certains noms de parcelles tels que « petite Flandre » ou « terre de Hollande » rendent hommage à ces ingénieurs. À cette époque, le niveau des marais est plus élevé que celui du fleuve, l'écoulement des eaux est réalisé sans pompage, avec un simple jeu d'écluses. Les terres du Médoc sont ainsi sauvées des eaux et deviennent propices à l'agriculture et à l'élevage. Ces espaces correspondent aujourd'hui à ce que l'on appelle les palus, marais internes asséchés. Ils forment un paysage riche et diversifié, morcelé par de grandes prairies dévolues à l'élevage extensif, souvent délimitées par des haies de tamaris.



Coupe du profil de bord d'estuaire.

@ Camille Juvin, CPIE Médoc

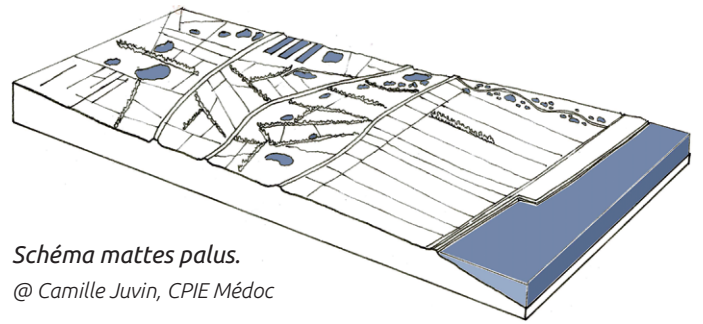


Schéma mattes palus.

@ Camille Juvin, CPIE Médoc

Au XIX^e siècle, les surfaces cultivables de ce territoire contraint par ses limites géographiques ne sont plus suffisantes. La conquête des terres basses se poursuit et prend la forme de polders, on gagne 3 600 hectares de terre sur le fleuve Gironde. À l'époque, une simple levée de terre en argile édiflée durant les marées basses suffit pour stopper les inondations. **Initialement imbibées de sel, ces terres subissent un lavage naturel sous l'action des eaux de pluie**. Aujourd'hui, ce paysage composé de grandes lanières horizontales est nommé mattes, il forme les marais externes asséchés qui ont été gagnés sur l'estuaire. Ils sont délimités à l'est par la digue qui permet de protéger les cultures, et à l'ouest par le bourrelet de l'ancienne passe castillonnaise, ancien rivage correspondant au tracé de la route actuelle. Sur ces grandes étendues céréalières, une agriculture intensive prospère sur des alluvions récentes. **Les évolutions techniques majeures de la fin des années 80 qui ont massifié l'utilisation d'une mécanisation sans précédent et promu l'usage des pesticides, ont considérablement appauvri le paysage de tout intérêt écologique, paysager et culturel**. Les haies bocagères disparaissent au profit de vastes plaines de grandes cultures (maïs, céréales). Considérées par leurs exploitants comme **les terres les plus productives de France**, les mattes présentent une richesse exceptionnelle des argiles et limons en azote et phosphore. Ainsi, ces terres, difficiles à travailler entre été (dureté de l'argile) et hiver (saturation du système en eau) ne nécessitent ni amendement onéreux ni irrigation! Aujourd'hui, travail du sol, traitements phytosanitaires et désherbage sont les seuls freins à la productivité.

Prairie humide, lieu-dit Les 40, Marais du Conseiller.

@ Camille Juvin, CPIE Médoc





*Prairie en friche, lieu-dit Ouret, Marais du Conseiller.
@ Camille Juvin, CPIE Médoc*

Les hommes et les marais

Les prairies humides abritent une productivité exceptionnelle qui s'explique par l'omniprésence de l'eau, l'abondance des minéraux apportés par les cours d'eau, et l'intense lumière qui traverse sans encombre ces paysages aux larges horizons. Ces conditions favorables sont à l'origine d'une richesse et diversité remarquables qui accueillent plusieurs formes de vie (bactéries, plantes, mollusques, insectes, poissons, amphibiens, oiseaux et mammifères) dont la survie dépend de la gestion engagée par les acteurs de ces espaces (usagers, exploitants, gestionnaires, propriétaires, etc.) Elles sont donc devenues le support d'usages agricoles et récréatifs variés :

- **les prairies pâturées** correspondent à des milieux ouverts caractérisés par une végétation principalement herbacée. Elles résultent de pratiques agricoles développées essentiellement pour l'alimentation des animaux d'élevage,
- **les prairies fauchées** sont dominées par les graminées mais abritent aussi des strates basses avec une floraison abondante qui attire les pollinisateurs. On y recense une forte biomasse,
- **les landes tourbeuses** connaissent une saturation quasi permanente en eau et une faible concentration d'oxygène ce qui implique une grande pauvreté en éléments nutritifs. La végétation qui s'y développe est caractéristique des milieux acides,
- **les grands bassins remplis d'eaux enrichies en sédiments de l'estuaire** sont le berceau de produits aquacoles de qualité. Les fermes aquacoles se développent comme une action de valorisation des zones humides et en 2013, le Conservatoire du littoral a initié un projet de restauration des marais aquacoles du site de Neyran à Soulac-sur-Mer.

Combiné aux efforts des professionnels du territoire, du CPIE Médoc, du Grand port maritime de Bordeaux et de la Communauté de communes de la pointe du Médoc, ce projet aujourd'hui, après de longues années d'étude avec l'université de Bordeaux, de redéployer une activité ostréicole à la pointe du Médoc qui s'inscrit dans une démarche plus large de diversification, de vente en circuits courts et de suivis scientifiques sur les potentialités du marais,

- **les tonnes de chasse**, lieux de prédilection pour le chasseur-pêcheur, correspondent aux petites cabanes discrètes à moitié dissimulées dans le paysage, accolées à des étangs.

Bonne gestion reste synonyme d'une adéquation entre qualité des milieux, fonctions écologiques et besoins des usagers. Pour cela, la régulation des niveaux d'eau et l'entretien régulier des ouvrages hydrauliques sont primordiaux et permettent de maintenir les fonctionnalités des marais.

Les marais dans le contexte du changement climatique

Le phénomène de subsidence (tassement des terres sous l'effet des pratiques agricoles) place peu à peu **les mattes en dessous du niveau de l'estuaire**. Les levées de terre anciennes ne suffisent plus pour protéger les cultures et sont remplacées par des ouvrages de protection plus massifs qui ont participé à artificialiser les berges.

Depuis les années 2000, de nombreuses études témoignent de la réalité et de la rapidité du changement climatique. Plus personne ne conteste les faits, et les tempêtes de 1999 et de 2010 qui ont marqué le territoire médocain constituent de précieux indicateurs sur la force et la fréquence attendue d'événements qui ont fragilisé la digue, rendant d'une part **le risque de submersion marine plus prégnant, et engendrant d'autre part une grande vigilance et des coûts financiers de plus en plus importants pour l'entretien de cet ouvrage de protection**. S'ils protègent des espaces, les moyens employés pour le maintien de la digue ne coïncident pas forcément avec la protection des populations et sont de plus en plus mobilisés au profit d'un modèle agricole qui ne représente plus la diversité de la profession la mieux adaptée au territoire. Ces événements climatiques extrêmes étant amenés à se reproduire et à s'intensifier dans le futur, **la question de dépoldérisation s'impose légitimement**. Laisser à nouveau pénétrer l'eau sur le territoire suscite forcément des peurs, des interrogations légitimes ou fantasmées et pourrait être apparenté à un retour en arrière. Une dépoldérisation maîtrisée, en certains lieux définis pourrait être l'opportunité d'imaginer de nouveaux usages structurés en fonction du gradient d'humidité et de nouveaux paysages riches et diversifiés.



Île Nouvelle.

@ Camille Juvin, CPIE Médoc

Programme adapto, préconisation d'une gestion souple du trait de côte

Initié par le Conservatoire du littoral, **adapto** est un projet bénéficiant du concours financier de l'UE à travers le programme LIFE. Adapto a pour objectif d'explorer sur les territoires littoraux naturels des solutions face à l'érosion et à la submersion marine dans le contexte d'accentuation du dérèglement climatique qui se manifeste par l'élévation du niveau de la mer et l'augmentation de la fréquence des événements climatiques extrêmes. Le programme vise à expérimenter des solutions fondées sur la nature.

Sur **10 sites pilotes** répartis sur les rivages métropolitains et d'outre-mer, appartenant au Conservatoire du littoral, adapto teste une gestion souple du trait de côte. Il contribue à démontrer l'intérêt écologique et économique d'améliorer la résilience des espaces littoraux pour protéger les activités humaines en redonnant de la mobilité au trait de côte.

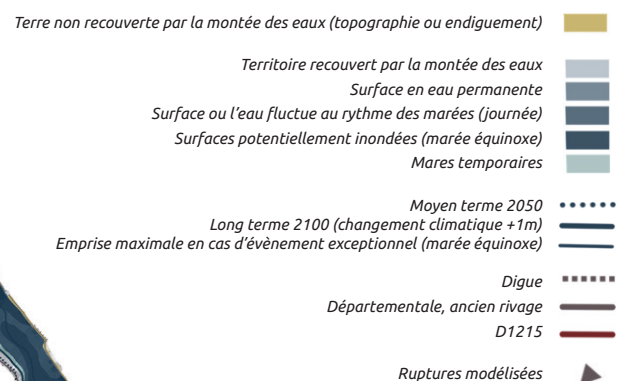
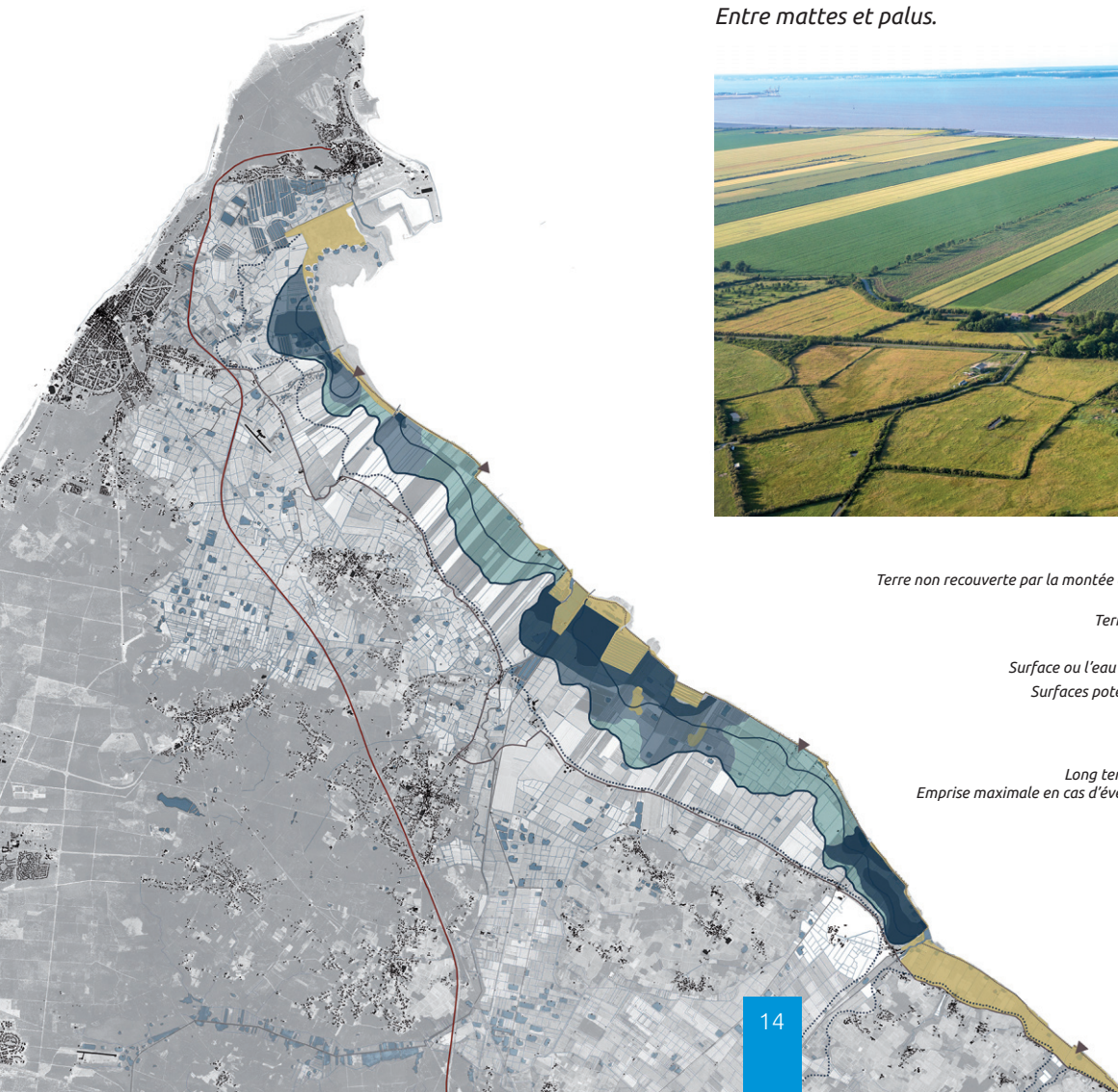
Ces 10 sites expérimentaux, 9 en Métropole et 1 en Guyane, représentent un panel de cinq types de milieux littoraux différents : côtes basses et sableuses atlantiques, côtes basses atlantiques poldérisées, lidos méditerranéens, salins méditerranéens, mangroves (pour plus d'informations <https://www.lifeadapto.eu/adapto-un-projet-life.html>).

Sur chacun des 10 sites, le projet adapto amène les collectivités, les gestionnaires et les usagers concernés à construire leur projet de territoire. Pour cela, adapto leur propose une approche fondée sur six prismes d'étude (patrimoine naturel, économie des territoires, gestion des risques naturels, approche pédagogique, paysage, perception et décision) en appliquant une « grille de lecture » et d'analyse du contexte permettant la mise en œuvre d'outils (modélisation, analyse paysagère) pour prise de décision. Les stratégies de mobilité du trait de côte déployées pourront être répliquées et transférables à d'autres sites littoraux similaires français ou étrangers. Les objectifs du projet sont les suivants :

- **faire comprendre le caractère dynamique du trait de côte** et la nécessité de s'y adapter plutôt que d'y résister,
- **développer des outils méthodologiques permettant d'initier, d'accompagner et d'évaluer les solutions d'adaptation** des zones côtières basées sur les écosystèmes,
- **développer la connaissance sur ces solutions** et leur reconnaissance au niveau national et international.
- **caractériser le rôle des milieux naturels dans l'organisation d'une interface terre-mer efficace** en termes d'adaptation au changement climatique,
- **faire avancer l'état de l'art par des mises en œuvre concrètes** sur une large palette de situations locales couvrant des contextes géographiques représentatifs de la diversité des écosystèmes et façades maritimes européennes.

Entre mattes et palus.

@ Delphine Trentacosta, photographe



Carte scénario entrée d'eau.

@ Camille Juvin, CPIE Médoc

Une reconexion à l'estuaire

Dans l'hypothèse de la reconquête des mattes par le fleuve sur certains espaces où le risque (aléa et enjeux) serait moindre, il faudrait prendre en compte trois processus majeurs : la salinisation des sols, l'apport de sédiments fins depuis le fleuve et une érosion importante notamment au niveau des brèches. **En tenant compte des prévisions du GIEC, soit une montée des eaux évaluée à +1 m d'ici 2100, nous pouvons imaginer que lors d'évènements exceptionnels tels que les marées d'équinoxe, l'ensemble du territoire des mattes serait submergé par les eaux de l'estuaire.** Tout d'abord l'eau entrante couvrira largement les terres en raison d'un sol tassé par l'ancienne activité agricole. Mais au gré des marées, des sédiments vont s'accumuler et vont permettre au sol d'accueillir de nouvelles propriétés et de retrouver une structure plus naturelle. Une colonisation végétale pionnière éparse se transformera rapidement en de vastes étendues herbacées qui favoriseront la stabilisation et la transformation du sol. Cette nouvelle interface entre terre et fleuve est dépendante de nombreux paramètres (débit, température, salinité...) et les expériences en cours à l'échelle de l'estuaire de la Gironde sur le site de l'île Nouvelle notamment, apportent déjà de précieux enseignements sur le sujet. Avec l'arrivée de l'eau sur le territoire, de nouveaux milieux vont se former et structurer le site.

*Récolte du méteil, mattes de Paladon.
@ Patrick Lapouyade, CPIE Médoc*



Conclusion

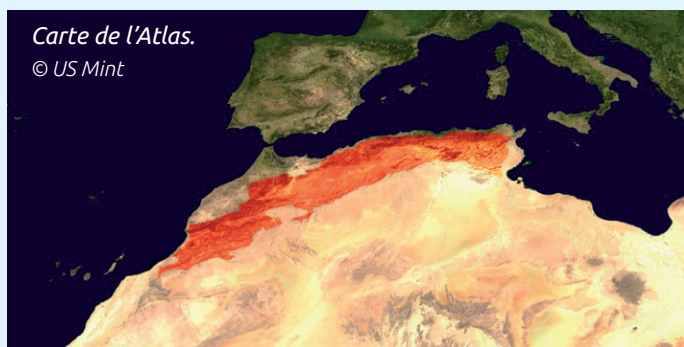
Sous l'effet du changement climatique, les littoraux sont soumis à des risques naturels croissants qui ont des conséquences sur le paysage. Alors que ces risques sont de mieux en mieux identifiés, il est désormais possible d'anticiper et d'accompagner des sites tels que celui des mattes dans leur évolution. **Cette transition pourrait constituer une réelle opportunité** pour la région puisque la formation de nouveaux paysages, riches et diversifiés, permettrait d'assurer l'adaptation des espèces et par la résilience des écosystèmes aux changements inéluctables amorcés.

Le Conservatoire du littoral s'attelle à acquérir du foncier, en février 2020 de nouvelles parcelles ont été achetées permettant d'envisager à long terme un projet cohérent. Les acteurs locaux doivent s'engager pour assurer la transition douce pour ces espaces avec le soutien indispensable des acteurs publics. Le Conservatoire du littoral, déjà propriétaire de nombreuses parcelles sur les mattes, poursuit son effort d'acquisition sur des espaces jusqu'alors cultivés ou enrichis, qui rejoindront le périmètre du Plan de gestion engagé depuis 2013 avec l'appui technique du CPIE Médoc. Les actions déjà entreprises depuis 7 ans visent à améliorer la qualité des sols et de l'eau rejetée à l'estuaire, à harmoniser les usages pour une meilleure prise en compte des habitats naturels et des espèces, à reconquérir le paysage notamment en réimplantant des haies qui bénéficient également aux usagers et occupants. Cet effort d'acquisition foncière, conjugué à l'harmonisation en cours de ce plan de gestion avec celui des Marais du Conseiller (propriété du GPMB) mis en œuvre depuis 2006 sur 655 ha, permettent d'envisager pour les années à venir **un projet ambitieux qui permettra d'accompagner les mutations en cours pour préserver le bien commun et les hommes qui vivent sur ces espaces.**

*Camille Juvin, paysagiste
CPIE Médoc - Association CURUMA*

Les neiges de l'Atlas : des eaux précieuses pour le Maroc

À 63 km au sud de Marrakech, l'Atlas culmine à **4 167 m** avec le **Djebel Toubkal**, « celui qui regarde en haut la Terre » en langue berbère. Au-delà de cette hauteur, **l'Atlas est une chaîne de montagnes qui s'étale sur 2 500 km** et fait profiter de ses paysages somptueux et de ses eaux si précieuses trois pays : la Tunisie, l'Algérie et bien sûr le Maroc. Cette chaîne de montagnes préserve ces trois pays de l'aridité du Sahara en transformant l'humidité atmosphérique venue des évaporations océaniques et méditerranéennes en précipitations pluvieuses et neigeuses.



Au Maroc, la **moyenne annuelle des précipitations passe ainsi du Sud au Nord de 100 à 1 200 mm**. Mais pour assumer tous ses besoins agricoles, industriels, domestiques et touristiques, le pays « gère la rareté » (cf. encart « l'eau au Maroc ») et reste soumis aux aléas des irrégularités saisonnières et interannuelles des apports en eau. En témoignent les oueds à l'hydrologie intermittente. Au-delà des deux stations de skis, Oukaïmeden et Michlifen, les neiges de l'Atlas sont loin d'être anecdotiques dans la constitution de la ressource annuelle en eau du pays. De décembre à mars, le Haut Atlas reçoit jusqu'à 900 mm et le Moyen Atlas jusqu'à 750 mm de neige. **Le cumul de ces neiges contribue entre 15 et 51 % des ressources marocaines en eau selon les années.** Et si on ajoute les pluies, les précipitations cumulées de l'Atlas peuvent atteindre 80 % des eaux marocaines renouvelables, qu'elles soient de surface, rivières, lacs ou zones humides ou souterraines.



*Vallée de l'Ourika,
Haut Atlas.*
© Bryce Edwards,
Wikipedia



Canaux d'irrigation.

© Trema

Dans le cadre du laboratoire international TREMA (Télé-détection et Ressources en Eau en Méditerranée semi-Aride, <https://www.lmi-trema.ma>), les chercheurs, dont Lahoucine Hanich, suivent la contribution des neiges à la recharge des eaux souterraines et des cours d'eau. **Depuis 20 ans, les images satellites sont décortiquées** pour estimer les surfaces enneigées des montagnes de l'Atlas marocain et par déduction les volumes d'eau contribuant aux débits des oueds. Entre 2001 et 2016, les études montrent que le début de la saison de neige fluctue entre fin septembre et fin décembre, tandis que les derniers événements de chute de neige ont été enregistrés entre fin janvier et début avril. Les altitudes de couverture neigeuse minimales sont d'environ 1 400 mètres pour les saisons humides par rapport à 1 800 mètres pour les saisons sèches. **La durée de l'enneigement, variable la plus sensible au climat, présente sur les 20 dernières années, une réduction.** La date du début de l'enneigement a une tendance à être retardée et ainsi que l'augmentation de l'altitude de l'enneigement d'année en année. Si l'Oscillation Nord Atlantique (voir encart page 17) du régime océan-atmosphère joue

beaucoup sur ces variabilités de chutes de neige et de pluie, **le déclin anticipé de la couverture neigeuse peut s'expliquer par la sublimation et l'augmentation des températures de l'air en lien avec le réchauffement climatique en cours.**



Station de mesure de l'enneigement.

© LMI TREMA

Des modèles atmosphériques incluant les tendances des projections hydro-climatiques sont développés pour constituer des outils d'aide à la décision pour les politiques publiques de gestions de l'eau au Maroc. Ceux-ci seront essentiels pour concilier l'impérieux besoin de développement du pays avec la pression grandissante du réchauffement climatique, car ils indiquent d'ores et déjà des **tendances de baisses significatives de l'enneigement de l'Atlas dans les décennies à venir.**

Lahoucine Hanich

Professeur d'hydrogéologie

Faculté des Sciences et Techniques Guéliz/Université Cadi Ayyad
et membre du conseil scientifique de l'IRD.

Éric Veyssy, Terre & Océan



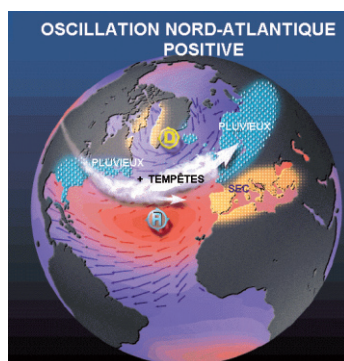
Bassin des jardins de la Menara à Marrakech, alimenté par les Khetaras.
© Bernard Gagnon

L'eau au Maroc

En plein développement agricole et touristique et avec une population en forte croissance (37,3 millions d'habitants en 2021 contre 12,3 millions en 1960), le Maroc doit faire face à des besoins croissants en eau. **Dans un contexte de plus en plus aride du nord vers le sud, le Maroc use de toutes les possibilités à sa portée : multiplication des barrages petits et grands, pompes dans les nappes d'eaux souterraines, mais aussi ces dernières années, réutilisation des eaux usées, désalinisation et même transfert d'eau entre bassins du Nord vers le Sud.**

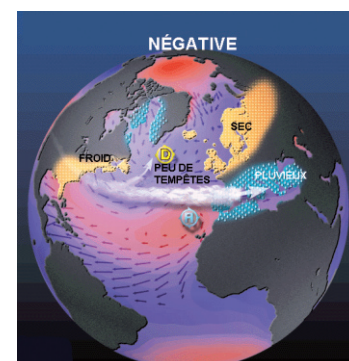
Références principales :

- *Snow hydrology in the Moroccan Atlas Mountains*, Lahoucine Hanich *et al.*, Journal of Hydrology, 2022.
- Exposition permanente du Musée de l'eau ou Aman (= eau en berbère amazigh) à Marrakech élaboré et ouvert en 2017 suite à la COP 22 de Marrakech (2016).



L'Oscillation Nord Atlantique (NAO)

La NAO est le pendant du phénomène « El Niño » (océan Pacifique) pour l'hémisphère Nord et l'océan Atlantique. Particulièrement impactante de novembre à avril, **elle se définit par la différence de pression atmosphérique et de position moyenne entre l'anticyclone des Açores et la dépression d'Islande.** Elle est aussi significativement corrélée à l'oscillation arctique. La NAO est déterminante pour les fluctuations saisonnières et interannuelles des précipitations tombant sur les bordures de l'océan Atlantique, donc des pluies



marocaines et des neiges de l'Atlas. **Lorsque les écarts de pression sont grands (NAO+), le pourtour de la Méditerranée, dont le Maroc, sont peu arrosés et donc vulnérables à la sécheresse.** Lorsque ces écarts sont plus faibles (NAO-), le Maghreb et l'Europe du Sud sont plus arrosés. Depuis 30 ans, les années NAO+ ont dominé les années NAO-.

Illustrations: Effets des anomalies + ou - de la NOA sur les systèmes météorologiques.

© Martin Visbeck et Heidi Cullen, version française: Pierre_cb - Lamont Doherty Earth Observatory, Wikipedia

Delta intérieur du fleuve Niger (Mali) : Les peuples de l'eau face aux dégradations hydro-sécuritaires



Bassin versant du fleuve Niger.

© Kimdime, Wikipedia

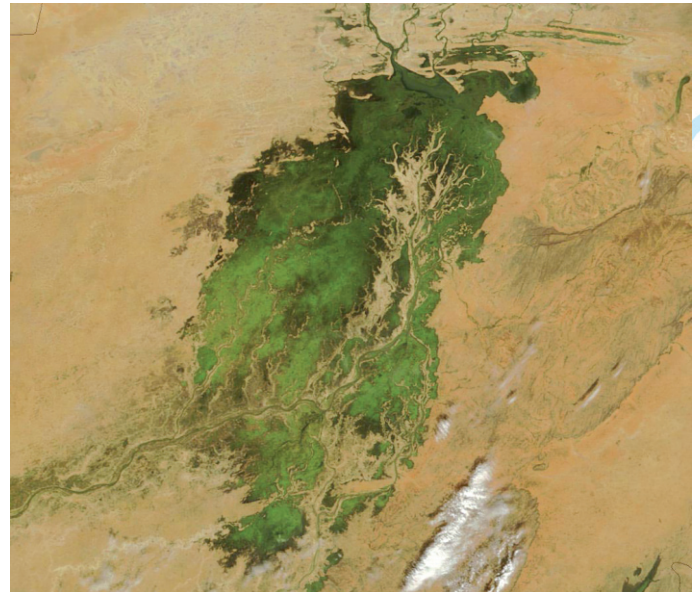
Il y a des fleuves mythiques sur tous les continents. Des grands et des petits, des petits qui sont l'essentiel de leur territoire réduit, d'autres qui deviennent grands au fur et à mesure de leur dévalaison et des grands qui traversent presque tout leur continent. Il y a des fleuves qui se gonflent, se distordent, s'épandent, changent leur lit et réordonnent leurs paysages et leurs alentours. Des fleuves puissants, imprévisibles, encaissés, rectifiés, entravés, ponctionnés... Et il y a le fleuve Niger, « *gher n gheren* » (nom touareg) « **le fleuve des fleuves** » pour ses populations riveraines et dépendantes de lui. En 1897, le journaliste explorateur Félix Dubois écrivait : « **Tu es l'âme du vaste Soudan, et son cœur aussi. Le jour où, à travers ses immenses plaines, tu cesserais d'épandre tes flots infinis, la vie s'en retirerait comme elle quitte le corps des hommes quand le cœur a cessé de battre. Et le Soudan rentrerait dans le néant: le Sahara.** »

Le fleuve Niger est courageux, mais pragmatique. Courageux car il affronte le plus grand désert du monde à plusieurs bras qui lui tiennent tête et le repoussent. Ses bras sont portés par le ventre du delta, le lac Débo, lui-même soutenu par les jambes de Fâro (Niger et son affluent le Bani), le grand génie du fleuve. Les bras se prolongent autour de la tête de Fâro, le lac Faguibine aujourd'hui en plein désert. **Le delta intérieur du fleuve Niger est un corps entier, puissant et fragile à la fois, vivant par la pulsation des crues annuelles...** irrégulières par nature et plus encore depuis 50 ans. Mais le fleuve Niger est aussi pragmatique. Il se replie en boucle vers le sud laissant pendant longtemps le mystère de sa destinée ou de sa destination finale.

Sa découverte apporte depuis toujours une émotion transcendante. Pour ses habitants bien sûr attachés aux cultes de Fâro (cf. encadré) et pour nous Européens depuis le premier explorateur, l'Écossais Mungo Park qui en 1796, complètement démuni après des semaines de détention,

Delta intérieur du fleuve Niger par satellite en novembre 2007. À cette époque, la végétation du delta, arrosée par les crues de fin d'été et début d'automne, est en plein essor. On aperçoit bien le sillon créé par le Niger venu du sud-ouest et celui, plus léger, tracé par son affluent, le Bani au sud.

© Jeff Schmaltz, MODIS Land Rapid Response Team, NASA GSFC, Wikipedia



arriva un beau matin devant « *the majestic Niger glittering in the morning sun* » qui raviva sa flamme et justifia tous les risques qu'il avait pris et toutes les privations qu'il avait subies.

Fâro, le grand génie du fleuve Niger

Selon leur mythologie, **les Bozos ont fait alliance avec Fâro** pour avoir accès aux ressources du fleuve : poissons et gibiers d'eau (lamantins, crocodiles, hippopotames, varans, oiseaux...) Ils doivent seulement **en échange respecter des règles édictées par Fâro, le maître des eaux :**

- **Défens à certaines époques** permettant au poisson de se concentrer tranquillement dans des fosses et d'être pêché collectivement ensuite,
- **Rejet des individus trop petits,**
- **Interdiction de barrer les fleuves** et donc de compromettre la pêche de tous pour une appropriation individuelle,
- Versement de 1/3 des pêches au maître de l'eau pour les « étrangers », habitant hors du village.

Toute entrée dans le domaine de Fâro demande « sacrifice » en des lieux précisés par le « pacte ». Les manques aux interdits sont sanctionnés par des accidents (le crocodile est le « serviteur » de Fâro)... voire des sécheresses.

Des populations adaptées à un milieu changeant

En bordure sud du Sahara, vivent depuis des siècles des peuples authentiques. Au Mali, entre Djenné, Mopti et Tombouctou, s'étend une vaste zone humide : le delta intérieur du fleuve Niger. **Un million de personnes vivent dans ce territoire d'environ 35 000 km².** Pêcheurs bozos (et somonos), éleveurs peuls et agriculteurs bambaras exploitent tour à tour eaux et terres pour consommer et exporter les ressources du delta. Le fleuve Niger est un puissant axe commercial liant les régions subtropicales aux routes transsahariennes. Le niveau et l'ampleur du delta fluctuent saisonnièrement entre les **hautes eaux de novembre, la décrue de décembre à février jusqu'à l'étiage de juin à septembre.** De leurs villages à leurs campements, ces peuples du fleuve ont des **cultures et des modes de vie riches et adaptés mais aussi fragilisés par certains choix de développement (détournements et barrages notamment), par les irrégularités climatiques accrues par le réchauffement** et aussi par les instabilités politiques et l'insécurité dans la région depuis 2012.

Les Bozos constituent le premier peuple du delta, présent depuis le néolithique et implantés dans la région suite à l'assèchement du Sahara, autour de la petite ville de Dia sur la rive nord du Diaka (bras secondaire du Niger de Diafarabé au lac Walado-Débo), plus ancienne cité du Mali. Leurs traditions orales racontent qu'ils seraient sortis de terre aux alentours du village de Dia. Plusieurs centaines de sites archéologiques potentiellement remarquables sont dispersés dans le delta. Leurs mystères recèlent peut-être des informations majeures sur l'histoire hydro-climatique et humaine des derniers siècles dans la région du delta intérieur. Dans celle-ci, les Bozos sont considérés comme les maîtres du fleuve, mais dédaignent par contre toute responsabilité administrative. Cette délégation du pouvoir suppose qu'au fond, ce peuple « premier », **maître de l'eau et du fleuve détient par là même le pouvoir.** Pour eux, le pouvoir est constitutivement dans le fleuve. Jusqu'à ce que les aménagements et le climat n'imposent leurs perturbations et leurs contraintes.

Présents de la Mauritanie jusqu'au Togo, **les Peuls sont arrivés bien plus tard dans le delta, vers la fin du xv^e siècle** en provenance du Fouta Toro, région bordant le fleuve Sénégal entre Dagana et Bakel (Sénégal actuel). Ils sont éleveurs transhumants de vaches, de zébus et de chevaux. Pour ces deux peuples, la transmission de la langue, des traditions et des légendes est orale. Elles sont enseignées par les plus âgés aux adolescents au travers de chants et de comptines par les femmes en particulier qui véhiculent ainsi l'histoire des lieux et les rites traditionnels. Aujourd'hui, ces deux peuples sont majoritairement de confession musulmane : de plus longue date pour les Peuls et depuis le xix^e siècle pour les Bozos soumis à l'islam par l'Empire théocratique islamiste peul du Massina de Cheikou Amadou. Mais leurs cultures profondes sont encore empreintes de **traditions animistes ancestrales** qui gardent une place dans leur vie quotidienne avec des références rituelles à la mythologie, aux animaux sacrés et autres totems. **La vie de ces semi-nomades suit le cours des saisons en rapport avec le niveau de l'eau, déterminant la trilogie géographique « terre-eau-herbe ».** En 1984, le géographe Jean Gallais écrivait : « *Le temps naturel est rassurant puisqu'il est rond. Cycle naturel, retour des choses (...) donnant à l'homme la sagesse d'attendre, de patienter, la résignation* ». **L'éducation moderne se heurte ainsi à plusieurs écueils :** la mobilité des populations semi-nomades souvent en campements itinérants, la confrontation avec l'école coranique et l'éducation traditionnelle utilitaire générant de l'absentéisme, les multiples langues maternelles dans les villages et l'enseignement en français, la difficulté des instituteurs face aux effectifs très élevés d'une part et face à des enfants et des familles de cultures très différentes de la leur, d'autre part. **Mais surtout la guerre et les exactions et interdictions des djihadistes depuis 10 ans ont mis un coup d'arrêt aux lentes progressions de la scolarisation. En octobre 2022, l'Unicef dénombrait 1766 écoles fermées au Mali,** dont beaucoup depuis plusieurs années. Un demi-million d'enfants sont ainsi déscolarisés.



Jeune pêcheur bozo.



Bergers peuls.



© Franck Taboury pour les trois photos



Campement temporaire de bergers peuls.

© Éric Veyssy

Le calendrier du fleuve

Ces deux peuples ont des histoires et des cultures spécifiques liées au fleuve. **Ils suivent un calendrier calqué sur le fleuve et ses rythmes hydrologiques annuels, crue et décrue**, similaires à ceux du Nil égyptien, de la Mésopotamie ou des vallées des fleuves d'Asie (Indus, Mékong...). Le fleuve dicte la migration saisonnière des pêcheurs bozos et des éleveurs peuls qui déplacent ainsi leurs habitations temporaires (huttes, cases) au plus près de l'eau se retirant et des pâturages découverts. Certains Bozos vivaient même toute l'année sur leurs pirogues, d'autres sur des îles temporaires ou permanentes.

Ces peuples semi-nomades suivent l'eau qui baisse avec **une migration saisonnière jusqu'au lac Débo, le ventre de Fâro qui devient le décor grandiose de l'extraordinaire rassemblement du mois d'août, où subsistent les derniers poissons et les derniers pâturages** et donc des campements immenses de pêcheurs et d'éleveurs, et des troupeaux à perte de vue. Loin du monde moderne... comme chaque année depuis des siècles. Les irrégularités hydrologiques sont inhérentes au delta intérieur. Les périodes de sécheresses pluriannuelles font partie des annales historiques et ont amené des adaptations préventives des pratiques de subsistance. En 1984, le géographe Jean Gallais écrivait : « *Depuis longtemps, les sahéliens ont compris qu'avec l'irrégularité et la mauvaise répartition de l'eau, pour se sécuriser, il faut investir dans le cheptel, qui peut bouger contrairement au champ. La bonne récolte est bisannuelle ou triennale. L'année de bonne récolte, il faut investir le surplus dans le cheptel* ». Les Bozos sont certes pêcheurs, mais du mois de juin jusqu'en septembre, dans leur village d'origine, ils mènent **aussi des activités agricoles**. Une partie de leur récolte est conservée pour la période de soudure et le reste est transportée en pirogue durant la période de nomadisme pour nourrir la famille. **Si la quantité de céréales ne suffit pas, un enfant de la famille est renvoyé au village d'origine pour en ramener.**

L'irrégularité accentuée et la percussion de la guerre

Mais depuis 15 ans, les constructions de seuils et de barrages et les groupes armés ont perturbé ces équilibres et le cycle annuel. Les activités, les déplacements, les visions

du monde et les perspectives des peuples de l'eau se heurtent aux aménagements du fleuve, aux irrégularités climatiques et désormais à l'insécurité récurrente. **Les rythmes annuels du fleuve connaissent une nette évolution ces dernières années. L'étiage est avancé d'environ deux mois et est plus bas qu'auparavant.** Depuis 2011, les niveaux sont très bas dès le mois d'avril et même mars en 2019 et 2021, en pleine saison sèche alors que les plus bas niveaux ne survenaient qu'en juin ou juillet auparavant. Cela n'empêche pas **les crues d'octobre d'être, elles, de plus en plus excessives quasiment chaque année, depuis 2016 en particulier.** Elles créent régulièrement l'inondation et mettent à mal des habitations dans des bas quartiers récents, plus proches du lit mineur et donc plus exposés aux submersions. Cette double évolution est liée à la moindre recharge des nappes moins capables d'assurer les débits de base lors de la fin de la saison sèche. Les pluies plus intenses sur des sols imperméabilisés par les longues saisons sèches et quelques aménagements urbains, s'infiltrent moins et créent par contre l'inondation. Les barrages entraînent, eux, des pertes supplémentaires par évaporation et accentuent ainsi le manque d'eau en aval en période d'étiage. **Pour les peuples du delta, ces nouvelles irrégularités doublées d'insécurité marquent une dégradation de leurs contextes de vie et une très grande précarité. L'ensemble présage à minima une très grande perturbation voire peut-être la fin des cycles ancestraux avec ses mobilités adaptatives.**

Éric Veyssy

Organisateur des
« Voyages sur le delta intérieur du fleuve Niger et en Pays dogon »,
Terre & Océan, 2008-2010
et porteur du projet de documentaire
« Mali : les peuples du delta intérieur du fleuve Niger ».



Vaisselle dans un bras secondaire du Niger en décrue à Mopti. © Éric Veyssy

Principales références :

- *Un fleuve nommé Niger*, documentaire de Bernard Surrugue, 2008-2015, IRD, Terre & Océan.
- *Homme du Sahel*, Jean Gallais, 1984, Flammarion.
- *Voyage dans l'intérieur de l'Afrique*, Mungo Park, La Découverte, 1799.
- *Tombouctou, la mystérieuse*, Félix Dubois, Flammarion, 1897.
- *Note sur le génie des eaux chez les Bozos*, Germaine Dieterlen, Journal des africanistes, 1942.
- *Sacrifices, prix du sang, « eaux du maître » : fondation des territoires de pêche dans le delta central du Niger (Mali)*, Claude Fay, Cahiers des Sciences Humaines, 1989.



En 1995, une dizaine de doctorants du laboratoire EPOC « Environnements et Paléo-environnements Océaniques » (Université de Bordeaux) ont créé l'association Océan. À partir de 1999, Éric Veyssey (acteur du programme de sciences participatives « Classes Éco-Fleuve » de 1994 à 1998) a élaboré la structure professionnelle actuelle avec le soutien des autres membres fondateurs et du laboratoire EPOC. En 2010, Océan est devenu **Terre & Océan** (en adéquation avec les thèmes développés).

Le modèle professionnel de Terre & Océan est basé sur des valeurs socio-environnementales partagées. Une charte de fonctionnement co-construite et réévaluée régulièrement (élaborée à partir de la convention collective de l'animation) met en avant les engagements et les initiatives personnelles, garantit l'égalité des salaires, valorise les formations et les expériences, et permet une relation équilibrée entre les bénévoles et les salariés.

Le Conseil d'administration de Terre & Océan est composé de personnels des laboratoires de recherches scientifiques (directeurs, chercheurs, techniciens, bibliothécaires...), d'enseignants, et de personnes d'autres horizons... En complément, des dizaines de scientifiques, gestionnaires et professionnels contribuent aux actions, constituant le Conseil Scientifique et Culturel de Terre & Océan.



Depuis **25 ans**, Terre & Océan conçoit, organise et réalise plus de **1 000 séances** pédagogiques et culturelles par an. Avec plus de **40 000 personnes** accueillies chaque année, les actions de Terre & Océan ont sensibilisé plus de **700 000 personnes** depuis 2000.



Terre & Océan met en avant les sciences de l'environnement : connaissances acquises, méthodologies, débats scientifiques et sociaux... S'adaptant à tous les publics (scolaires et étudiants, adultes, enfants loisirs, familles, groupes, gestionnaires, élus, professionnels...), Les actions de Terre & Océan évoquent la relation Homme-Nature (*Environnements*), l'histoire des évolutions humaines et environnementales et les enjeux socio-environnementaux. Terre & Océan accompagne les acteurs socio-économiques dans leurs transitions environnementales.



De 2004 à 2013, Terre & Océan a mené le projet aboutissant à la construction de **L'AQUAFORUM** (lieu d'accueil et siège social de T&O) selon le standard européen « **Maison Passive** ».

Terre & Océan a sensibilisé et formé des architectes et professionnels du bâtiment à l'**économie d'énergie dans les bâtiments**.



Lac Tchad, terreurs autour de l'eau

Le Sahel, irrégulier par nature

Le lac Tchad se situe sur la **bande sahélienne large de 100 à 150 km, frontière hydro-climatique** (entre 200 et 600 mm de précipitations annuelles) entre le grand désert du Sahara et l'Afrique équatoriale. Depuis, toujours, cette zone sahélienne a subi **des variations hydro-climatiques marquées à différentes échelles de temps**. Totalement asséché il y a 20 000 ans, un méga lac Tchad couvrit ensuite environ 400 000 km², soit environ 200 fois sa superficie actuelle à l'Holocène moyen il y a 6 000 ans (Subpluvial néolithique, cf. article Nil p. 24). Puis la désertification du Sahara a réduit sa superficie aux alentours de 20 000 km², mais avec encore beaucoup de fluctuations annuelles à décennales qui ont encore nettement modifié les contours du lac sur les derniers siècles. Ainsi, autour de l'an 1 000, la zone sahélienne était nettement plus humide, alors que les années 1820-1830 ont vu une période très sèche, réduisant très nettement le débit du Nil devenu très faible et la surface du lac Tchad quasi-sec, avant une nouvelle période d'extension à la fin du XIX^e siècle, où son niveau était supérieur à celui observé durant tout le XX^e siècle. Puis vint une nouvelle et terrible sécheresse au début du XX^e siècle de 1908 à 1916, décrite dans toute sa cruauté crue autour du fleuve Niger par Amadou Hampaté-Ba dans « Amkoulel, l'enfant peul ».

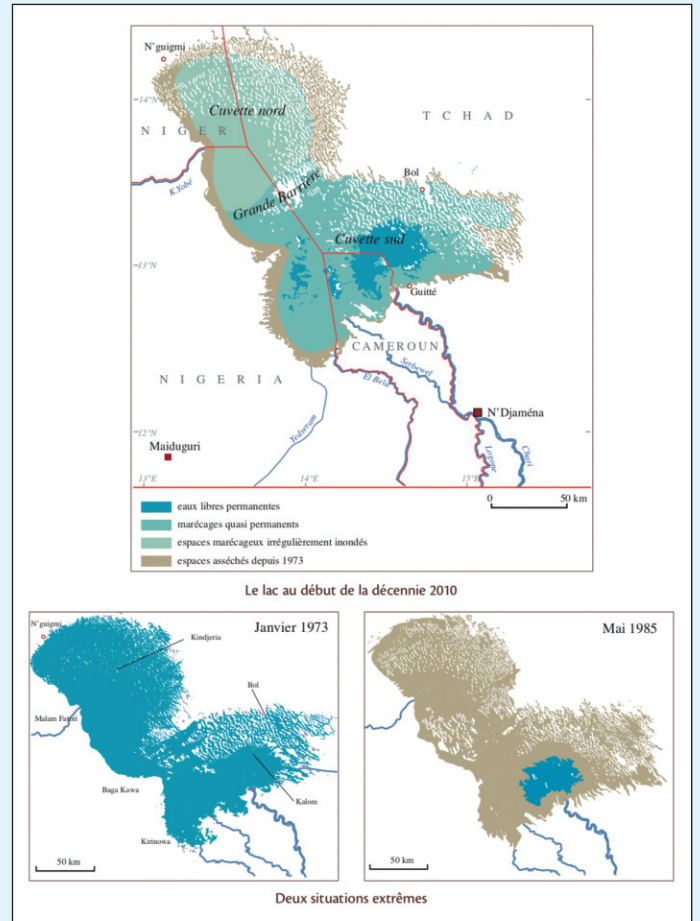


Village des bords du lac Tchad.

© Carsten Ten Brink

Hydro-géographie du lac

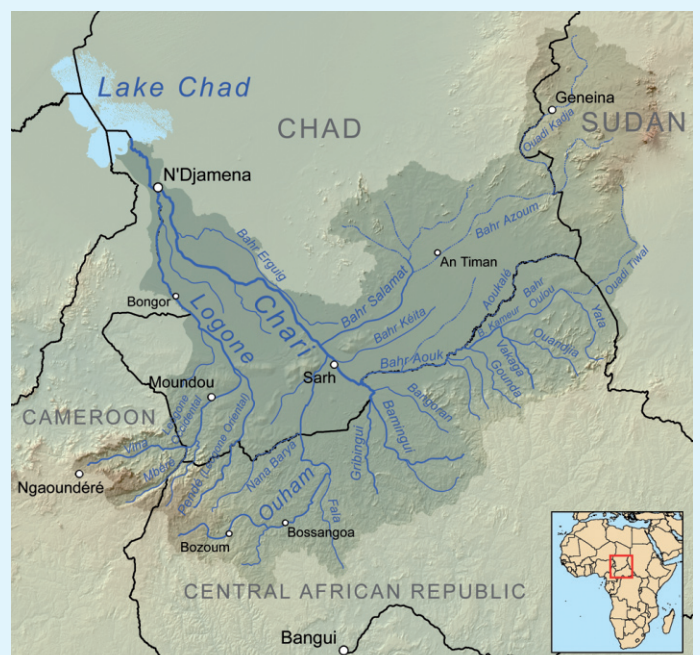
Le lac est un site d'une grande richesse en biodiversités aquatique et terrestre. **Il est alimenté par le Sud par le fleuve Chari**, 50^e fleuve du monde par sa longueur de 1 200 km. Son bassin versant de 548 747 km², incluant son affluent majeur la Logone s'étend en amont du Cameroun au Soudan entourant les apports majeurs de la République Centrafricaine, puis se propage en aval vers le Tchad. **Le lac lui-même est partagé entre le Tchad, le Cameroun et le Nigéria pour la cuvette Sud, le Tchad, le Nigéria et le Niger pour la cuvette Nord**. Le Chari déverse en moyenne 1 059 m³/s dans la partie Sud du lac avec de très grandes variations saisonnières, de près de 3 000 m³/s lors du maxi-



Cartes extraites de l'Atlas du lac Tchad (voir références).

© Carsten Ten Brink

um de la crue en octobre à moins de 100 m³/s en mai, étiage le plus strict à la fin de la saison sèche. La cuvette Sud est directement alimentée par les apports du fleuve puis par surverse entre les deux cuvettes, c'est au tour de la cuvette Nord de se remplir. Car entre les deux, une Grande barrière constituée d'un haut-fond très végétalisé, limite l'alimentation en eau de la cuvette Nord, et la rend plus fragile et soumise aux aléas de sécheresse.



Bassin du Chari, fleuve qui alimente le lac Tchad.

© Kmuser, Wikipedia

Lac Tchad de 1950 à aujourd'hui

Après des années 1950-1960 humides, **la sécheresse de 1973 a enclenché une période d'emballage de la dégradation de la surface du lac et des ressources que les populations en tiraient : pêche, élevage, culture de décrue, eau potable.** Après les sécheresses de 1973 et 1974, celles tout aussi rudes de 1983 et 1984 ont encore réduit l'eau disponible pour l'agriculture. Suite à ces épisodes climatiques répétés dans un temps court, un grand nombre de retenues ont été construites le long du Chari, de la Logone et de leurs affluents pour compenser l'insuffisance et l'irrégularité des pluies et répondre ainsi aux besoins accrus en irrigation, multipliés par 4 entre 1983 et 1994. Et se sont ajoutées de nouvelles ponctions dans les nappes phréatiques. Ces prélèvements cumulés sur le cours des rivières et plus en amont sur le bassin versant, ont provoqué **la chute durable des apports d'eau au lac Tchad**, et par conséquent une baisse amplifiée du niveau et de la superficie du lac, particulièrement pour la cuvette Nord. Et depuis, cette baisse s'accompagne **d'irrégularités annuelles.** Entre changement climatique et « surenchère » des prélèvements agricoles compensatoires, le manque d'eau a fait basculer une partie de la population des pourtours du lac, soit 2 millions de personnes dans **la précarité et la pauvreté**, sans aide suffisante des gouvernements de chacun des quatre pays du lac. Ces 20 dernières années, le déclin toujours sensible sur la cuvette Nord, s'est stabilisé pour la cuvette Sud qui s'est même très légèrement rehaussée grâce à des meilleurs apports de la nappe phréatique.

Terrorisme

« *Les gens participent à des actions terroristes parce qu'ils sont dans le besoin. Ils resteraient chez eux et auraient de l'espoir s'il y avait des projets de développement* » avait constaté Kadhafi en 2010. 15 millions de personnes vivent dans un arrière-pays désormais agité par les mouvements et les exactions **de groupes armés djihadistes** en conflit permanent avec les autorités de chaque pays, notamment au Nigéria avec Boko Haram et au Tchad avec l'État islamique. Les pourtours du lac, à l'Est tchadien et au Nord nigérien en particulier, ont vu arriver une part de cette population poussée à l'exode par l'insécurité (assassinats, enlèvements, razzias, viols...) et attirée par les capacités du lac, qui même réduites offrent toujours des terres fertiles et un potentiel de pâturages et de pêche encore attractif. Mais cela pose **le problème du partage des espaces productifs avec ces populations supplémentaires**, installées dans des camps et les groupes armés sont tentés de venir se servir par la force et la violence dans les zones productives.

Avenir du lac Tchad

Depuis plus de 50 ans, **un projet de transfert d'eau est à l'étude entre le bassin du Congo au Sud et le bassin du Chari** pour redonner de l'ampleur au lac Tchad : c'est le projet Transaqua. Mis en avant puis en sommeil, sa dernière relance en 2018 confirme les deux projets de barrages et de canaux à partir de l'Oubangui et d'un de ses affluents. Mais **le coût faramineux et des obstacles géopolitiques** avec l'opposition de la République démocratique du Congo notamment, bloquent sa mise en œuvre qui paraît pour beaucoup illusoire.



Réfugiés sur le lac Tchad.

© Jerome Starkey, 2016

Les pêcheurs et les femmes nigérianes qui ont fui leur maison à Doron Baga, après avoir été attaquées par les insurgés de Boko Haram, ont trouvé une nouvelle vie au Tchad voisin, où elles ont été accueillies comme réfugiées.

Bien sûr, le Conseil de sécurité des Nations unies prête une attention particulière à la région du lac Tchad. Et avec son soutien, **la Commission internationale du lac Tchad composée du Tchad, du Cameroun, de la Lybie, de la RCA, du Niger et du Nigéria**, tente de mettre en œuvre un projet ambitieux de restauration écologique de la région, dénommé « Biosphère et patrimoine du lac Tchad » s'appuyant sur les Objectifs de développement durable. Mais concrètement, depuis 2014, Boko Haram et les autres groupes djihadistes, dont **les exactions ne connaissent pas les frontières**, ont stoppé une grande partie de l'économie autour du lac Tchad et retardé ce programme. Pourtant, face aux irrégularités climatiques qui seront encore plus prégnantes dans les décennies à venir selon les derniers rapports du GIEC, il est grand temps que les velléités politiques concrétisent l'accalmie sécuritaire et mettent en œuvre des programmes de développement territorial incluant les populations locales.

Éric Veyssy

Extrait de la série de cours-formation
« Fleuves et eau, entre nature et société »,
Terre & Océan, université du temps libre.

Références :

- *Amkoulel, l'enfant peul*, Amadou Hampaté-Ba, Babel, Actes Sud, 1991.
- *Climat, eau et santé au Sahel ouest-africain*, Jean-Pierre Besancenot, IRD, 2004.
- *Le lac Tchad, un patrimoine à préserver*, Banque Mondiale, 2015.
- *Atlas du lac Tchad*, Magrin G., Lemoalle J., et Pourtier R. (dir), Passages, 2015.
https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers21-02/010064578.pdf
- *Les projets de transferts d'eau vers le lac Tchad*, Géraud Magrin et Jacques Lemoille, dans Atlas du lac Tchad, Passages, 2015.
- *Projet Biosphère et patrimoine du lac Tchad*, <https://fr.unesco.org/biopalt> UNESCO, 2018.
- *Le Tchad des lacs*, IRD, 2020.
- *The Lake Chad hydrology under current climate change*, B. Pham-Duc, F. Sylvestre, F. Papa, F. Frappart, C. Bouchez, J. F. Crétaux, *Scientific Reports*, 26 mars 2020.
- *Comment les djihadistes font basculer la région du lac Tchad dans le chaos*, Laureline Savoye, Le Monde, 2022.

Le Nil jaune a disparu, du « Subpluvial néolithique » au barrage de la Renaissance

Il fut un temps où le dieu à tête de bélier Khnoum, créateur de la vie, générateur des espèces et gardien des sources du Nil, libérait **le flot béni pour qu'il se répande dans tout le pays**. Bien sûr, ce temps est celui de la grande antiquité égyptienne où la puissante Égypte en aval recevait les eaux additionnées et bienfaitrices des Nils amonts, le Bleu surtout mais aussi le Blanc, si grand si vaste et si longtemps mystérieux et peut-être encore **le Jaune, aujourd'hui oublié car fossilisé depuis plusieurs siècles**, depuis le Darfour à l'ouest de la grande vallée.



Photo satellite du Nil.
© Nasa, domaine public



Nil jaune.
© Shannon1, Wikipedia

Entre - 8 000 et - 4 000 BP, période appelée « Subpluvial néolithique » par les scientifiques, l'ensemble du Sahara était arrosé par une mousson africaine bien plus forte, intensifiée par une **inclinaison axiale terrestre** plus élevée et un **périhélie** (point où la planète se trouve au plus près du soleil) plus favorable car situé à la fin du mois de juillet, en pleine saison de la mousson. Et puis, ces conditions n'ont plus été réunies et **le Sahara s'est asséché, contraignant les populations à migrer et se concentrer autour des points d'eau et des vallées fluviales** de l'ouest à l'est, autour du fleuve Sénégal, du fleuve Niger, du lac Tchad, des multiples oasis, et du Nil bien sûr. Ainsi est née la civilisation séculaire de la vallée du grand Nil est-africain justement célébrée au VII^e siècle par Amr ibn el-As, compagnon de Mahomet : « C'est un **désert brûlé**, et entre les deux chaînes de montagnes s'étend un **pays merveilleux**. À l'ouest, cette chaîne a l'aspect d'une suite de collines de sable; à l'est, elle ressemble au ventre d'un cheval maigre ou au dos d'un chameau. Cela, ô commandeur des croyants, **c'est l'Égypte; toute sa richesse vient du fleuve béni** qui la traverse avec la dignité d'un soleil et de la lune. **L'heure arrive où toutes les sources du monde acquittent leur tribut à ce roi des fleuves que la Providence a placé au-dessus des autres**. Alors les eaux sortent de leur lit, inondent la plaine et y déposent leur **limon fertilisant**; tous les villages sont isolés, ne communiquent les uns avec les autres que par des barques innombrables comme les feuilles d'un palmier. Mais, en sa sagesse, le fleuve rentre ensuite dans les limites que le destin lui a tracées, afin que **les hommes recueillent le trésor qu'il a confié à notre mère la terre**. Ainsi, ô commandeur des croyants, **l'Égypte prend successivement l'aspect d'un aride désert de sable, d'une nappe d'eau argentée, d'un pays marécageux couvert d'une vase épaisse, d'une prairie verdoyante, d'un jardin de fleurs de toutes espèces et enfin d'un champ couvert de moissons resplendissantes**. »

L'eau féconde qui vient d'en haut, du Nil Blanc ougandais et soudanais et surtout du Nil Bleu éthiopien. À l'époque des pharaons, il se disait qu'à la « **pesée des âmes** », lorsque le mort comparaisait devant Osiris, il devait dire à ses juges : « **je n'ai pas arrêté l'eau en sa saison, je n'ai pas coupé une rigole** ». Interdits sacrés que l'on retrouve dans les traditions orales et les pratiques traditionnelles des autres réseaux hydrographiques du Sahel, dans le delta intérieur du fleuve Niger notamment. Aujourd'hui est une autre époque, où **les barrages sont comme les nouveaux temples** comme l'a clamé Nehru pour l'Inde en 1963, des pays industrialisés ou émergents. Après le haut barrage d'Assouan et quelques autres retenues de moindre gabarit en aval, l'Éthiopie a décidé d'arrêter les grandes eaux du Nil Bleu à la porte de son développement industriel en cours et pour l'irrigation renforcée de plus vastes parcelles agricoles. C'est **le grand barrage de la Renaissance** qui vient rappeler avec insistance le risque évoqué en 1987 par M. Bouthros-Ghali : « *la prochaine guerre dans notre région concernera l'eau, pas la politique* ». Sans doute voulait-il parler de l'actualité de l'époque qui allait voir les Sud-Soudanais prendre les armes puis leur indépendance pour contrecarrer le projet de « shuntage » des marais du Sudd « provenant du mot *barrière* en arabe » par le canal de Jonglei.



Le Nil à l'île d'Aguilkia (lac de l'ancien barrage d'Assouan).

© Heinz Albers, www.heinzalbers.org



Haut barrage d'Assouan.

© Hajor, Wikipedia

Démarré en 2011 pendant les « printemps arabes » et la chute de Moubarak et achevé en 2022, le barrage éthiopien de la Renaissance s'élève à 170 m de haut et est trois fois plus puissant que le haut barrage d'Assouan. Après des années de grandes tensions diplomatiques, des menaces à peine voilées et quelques exactions, **les divergences entre l'Égypte et le Soudan d'un côté et l'Éthiopie de l'autre portent principalement sur le rythme du remplissage du barrage**, qui pourrait durer entre 3 et 5 ans, selon les intentions éthiopiennes, alors que l'Égypte et le Soudan souhaitent l'étaler sur 21 ans. Car les conséquences sur les surfaces égyptiennes submergées par la crue ou irrigables seraient très significatives en cas de remplissage rapide, pouvant affecter plus de la moitié de la capacité agronomique du pays pendant ces années où les débits avals seront fortement ponctionnés. **Les temps de la plus ou moins grande pénurie en aval se profilent.**

Éric Veyssy

Extrait de la série de cours-formation « Fleuves et eau, entre nature et société », Terre & Océan, université du temps libre.



Zone inondable du Nil.

© M Disdero, Wikipedia

Références :

- *Le roman du Nil*, Bernard Pierre, Plon, 1989.
- *Histoire du Nil*, Bernard Nantet, Le Félin, 2005.
- *Géopolitique de l'eau*, David Blanchon, Le Cavalier Bleu, 2019.

Mésopotamie: le jardin d'Éden en péril

Turquie, Syrie, Iran, Irak: l'effet domino

Syrie, de la sécheresse à l'horreur de la guerre et à l'intensification des manques d'eau

« En ce début de XXI^e siècle, la Syrie (passée de 3,5 millions d'habitants en 1950 à 20 millions en 2008) est entrée dans une **phase de stress hydrique d'autant plus critique qu'elle ne l'a pas anticipée** et qu'elle est très mal armée pour y faire face... la pénurie d'eau devrait être un sujet d'inquiétude majeur... » écrivait en 2008 le géographe Fabrice Balanche (université de Lyon 2). Plusieurs années sèches à partir de 2006, aboutirent aux **premières révoltes à Deraa**, ville de la plaine agricole céréalière du Hauran en mars 2011. Cette région soumise aux aléas des pluies a dû accueillir des réfugiés climatiques du Nord du pays, en particulier de la Jezireh (Haute Mésopotamie), affectés par la sécheresse et par les retenues et prélèvements turcs en amont sur le Tigre et surtout sur l'Euphrate.



Paysans près de Deir ez-Zor en 1993.

© BlackCharliePho

Turquie, le projet GAP pour prendre le contrôle de l'eau et d'un territoire

Car **en amont, la Turquie a construit de multiples barrages** pour développer et tenter d'équilibrer « ethniquement » et politiquement l'Anatolie. Le barrage **Atatürk sur l'Euphrate** avec son lac de retenue, achevé en 1992, en est le point majeur et emblématique du Grand Projet de développement de l'Anatolie (GAP). Château d'eau de toute la région, la Turquie exploite ainsi son potentiel d'eau avec 22 grands barrages, pour produire plus de 20 % de l'électricité du pays, mais surtout avec plus de 7 000 km de canaux d'irrigation destinés à développer de nombreuses cultures: coton, céréales, fruits et légumes, etc. **En Syrie, le débit de l'Euphrate est ainsi divisé par deux**, limitant la production d'électricité mais aussi et surtout la qualité de l'eau potable pour plus de 5 millions de Syriens. **Les cas de choléra se propagent** dans la région de Deir es-Zor, mais aussi en Irak plus en aval.



L'Euphrate en Syrie.

© Calligheris



Barrage Atatürk sur l'Euphrate,
projet GAP.

© ClaudeMarie



Barrage de Keban.

© Heinz it up 57, Wikipedia



Barrage Karun 3, Iran.

© PtitDuf



Principaux barrages du GAP.

© Heinz it up 57, Wikipedia

En Irak, en aval, une situation encore plus dramatique

À hauteur de Bagdad, le Tigre et l'Euphrate se resserrent et s'écoulent plus ou moins parallèlement à moins de 100 km de distance, puis cheminent jusqu'à s'assembler en un delta commun nommé Chatt-el-Arabb vers le golfe Persique. Dans cet espace entre les fleuves, la Basse Mésopotamie historique regorge de sites archéologiques majeurs de la grande époque des Akkadiens et des Sumériens. Et certains sites sont probablement encore méconnus. D'autres sont évoqués dans les textes religieux, la Bible notamment.

Comme en Syrie, les apports d'eau douce des fleuves sont ponctionnés par les pays en amont.

Et le Tigre en Irak n'est pas moins impacté par les barrages turcs que l'Euphrate. Il y est même réduit au tiers de son écoulement du siècle dernier. Des milliers de familles sont contraintes aujourd'hui à migrer vers les grandes villes car le Tigre est tout simplement devenu intermittent.

L'Iran à court d'eau accentue le problème

Et pire encore, en aval, les ponctions sont aussi iraniennes, avec des prélèvements, des barrages et **des détournements vers la région centrale à partir de la rivière Karoun** et de ses affluents, région historique de l'exploitation du pétrole avec ses grands besoins en eau. Cette région du Khouzestan a été le théâtre macabre **de récentes manifestations contre les pénuries d'eau avec comme slogan « j'ai soif »**. Depuis 5 ans, ces révoltes sociales liées à l'eau se sont multipliées et ont été **réprimées à balles réelles** en 2018, puis 2019 avec au moins 300 morts, et plus récemment encore en 2021 avec plus de 12 morts. Comme en Syrie en 2011, ces manifestations ont fait « tache d'huile » en se propageant dans le pays et en devenant des révoltes contre le pouvoir islamique.

Le jardin d'Éden en péril

Au sud, les villes d'Amara pour le Tigre et de Nasiriya pour l'Euphrate sont les portes d'entrée des marais, où se trouvait peut-être naguère le fameux jardin d'Éden décrit dans la Bible. Mais **aujourd'hui, le jardin d'Éden est clairement en péril!** Les marais s'étiolent depuis plusieurs décennies déjà, mettant en grandes difficultés quotidiennes probablement sans retour **leur population spécifique adaptée à cet espace amphibie jadis très riche de faune et de flore**. Les aménagements récents en amont avec les barrages turcs et les canaux de détournement en Irak à l'époque coloniale britannique et surtout à celle du règne de Saddam Hussein, ont réduit significativement les apports d'eau dans cette région aval. **Résultat, l'eau salée remonte plus à l'intérieur des terres dont elle dégrade la fertilité.** Et l'eau potable se dégrade elle aussi. En 2018, près de **100 000 personnes ont été hospitalisées après avoir bu l'eau détériorée du réseau**. La poursuite des constructions de barrages et de canaux en Turquie et en Iran prévues jusqu'en 2035, couplée au réchauffement climatique (canicules, manques de pluies, hausse du niveau marin), laisse augurer **la pire catastrophe humanitaire** pour ce territoire. Catastrophe qui est déjà et sera bien plus encore écologique à l'avenir, avec la perte de nombreuses espèces de poissons et autres organismes aquatiques endémiques d'eau douce. **L'Irak est bien l'un des pays le plus gravement menacé par le réchauffement climatique et la dépendance aux pays d'amont.**

Éric Veyssy

Extrait de la série de cours-formation « Fleuves et eau, entre nature et société », Terre & Océan, université du temps libre.



Système hydraulique historique de Shushtar sur la rivière Karun, Iran.

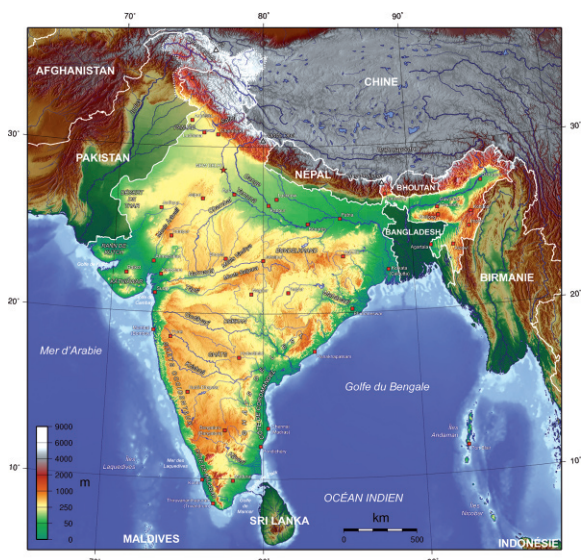
© Nadja MH

Références :

- *La pénurie d'eau en Syrie: compromis et tensions géopolitiques internes*, Fabrice Balanche (Université de Lyon 2), Maghreb, Machrek n°196, 2008.
- *Géographie de la révolte syrienne*, Fabrice Balanche, Outre-Terre, 2011.
- *En Irak, le Tigre, le fleuve qui traverse tout le pays se meurt*, Marion Sacuto, Le Parisien, AFP, 2022.
- *Iran: vague de colère contre des pénuries d'eau*, TV5 Monde, 2021.
- *L'Iran à court d'eau*, Documentaire de Laurent Cibien et Komeil Sohani, Arte, 2017.

Inde, les paradoxes de l'eau

Partout dans le monde, l'eau essentielle porte un caractère sacré. Mais en Inde et dans sa sous-région, c'est encore plus prégnant avec **sept fleuves ou rivières historiques qui y sont considérés comme sacrés : l'Indus, le Gange et son grand affluent la Yamuna, la Narmada, la Godavari, la Kaveri et aussi la très étrange Saravasti**. Chacun de ces grands cours d'eau est emblématique des lourdes problématiques de l'eau régionales avec tous ses paradoxes et écarts hydro-climatiques et culturels. Car si les 1,8 milliard d'habitants de la sous-région (Inde, Pakistan, Bangladesh) représentent 23 % de la population mondiale, ils ne peuvent compter que sur environ 7 % de l'eau planétaire. L'Inde avec environ 1 398 m³ par habitant et par an et le Pakistan avec environ 1 139 m³ par habitant et par an d'eau (dont 78 % viennent des zones amonts, afghanes mais surtout indiennes et chinoises) sont dans une situation critique qui présage une crise quantitative sévère dans les prochaines années. De plus, la qualité des eaux des rivières indiennes est médiocre avec seulement 21 % des eaux usées urbaines et industrielles traitées.



Carte de la région India_topography-fr. © Captain Blood, Wikipedia

La Saravasti ou la pénurie devenue mystique

La plus étonnante de ces sept rivières est la **Saravasti**, disparue de nos jours mais célébrée par les textes de la tradition indienne en concrétisation terrestre de la déesse gardienne des eaux célestes. Les textes et les célébrations hindouistes la désignent et la célèbrent comme « *la meilleure des mères, la meilleure des rivières, la meilleure des déesses* » dont chacun tente d'être digne. Ce fleuve mythique a probablement existé dans l'antiquité indienne. Si certains la confondent avec la rivière Helmand au Sud de l'Afghanistan, **les géologues l'ont révélé dans les vallées fossiles** de la Ghaggar et l'Hakra, actuelles rivières intermittentes, au cœur du Rajasthan avec un exutoire dans le golfe de Cambay en mer d'Arabie. La Sutlej et la **Yamuna** auraient été ses affluents avant des modifications climatiques et géologiques survenues entre 5 000 et 3 000 ans avant notre ère (BP) qui détournèrent la Sutlej vers l'Indus, et la Yamuna

vers le Gange. **Ces modifications ont dans le même temps causé la fin de l'un des plus anciens et prestigieux foyers de civilisation le long de la vallée de l'Indus et probablement de la Saravasti.**

Des croyances déterminent aujourd'hui encore la Saravasti en tant **qu'affluent souterrain invisible accompagnant la Yamuna en appont mystique à son point de confluence actuel avec le Gange, à Allahabad**. Le pèlerinage annuel et surtout la fête de la cruche « Kumbha Mela » tous les 12 ans (la prochaine aura lieu en 2025) y voient affluer des millions de personnes appelant la fertilité liée à l'eau en période des semailles. C'est à **cette « triple » confluence de Sangam que les cendres de Gandhi ont été dispersées** en deux temps, en 1948 puis en 1997.

Campement lors du pèlerinage annuel hindouiste à la confluence du Gange, de la Yamuna (et de la Saravasti ?!)
© Éric Veyssy, Terre & Océan



La grande civilisation antique de la vallée de l'Indus (5 300 à 4 000 BP¹)

Il y a 4 100 ans environ, une diminution brutale de la mousson sur quelques décennies a probablement mis à mal les deux récoltes annuelles traditionnelles : hiver (lentille, céréales, pois chiche, amandes...), été (coton, riz, millet, canne à sucre, sésame...) Les grandes cités de la civilisation de la vallée de l'Indus (Harappa, Mohendjo Daro, Lothal, Dolavira...) et de près de 1 000 autres sites qui s'étendaient sur le Pakistan et une partie ouest de l'Inde, ont été mystérieusement abandonnées et cette société antique a lentement agonisé tout en se dispersant avec sa culture sur des régions et des sites plus fertiles.

1. BP = Before Présent, c'est-à-dire avant le présent généralement compté à partir de 1950.

Puits collectif au Rajasthan, Inde.

© Chathan



Tensions entre les pays des eaux sacrées

L'Indus, vallée de tous les dangers

Aujourd'hui, les mysticismes n'empêchent pas les tensions autour des sources et des vallées des grands fleuves et de leurs affluents. Au nord l'Himalaya, « 3^e pôle » de glaces, délivre **les écoulements de tous les grands fleuves d'Asie**, incluant bien entendu l'Indus, le Gange et le Brahmapoutre. Les **tensions géopolitiques** autour de l'eau démarrent donc très haut, au Tibet possession chinoise. Les Chinois non épargnés par les problèmes de répartitions territoriales d'eau se réservent le droit de projeter ou de réaliser barrages et détournements des fleuves tibétains. Et les tensions se poursuivent un peu plus bas, à l'Ouest notamment, à la frontière brûlante entre l'Inde et le Pakistan, où les indépendances de 1947 ont laissé des traces indélébiles et des idées divergentes du partage de l'eau entre les deux pays. Car dans ces contreforts himalayens, **le Cachemire, au nom signifiant paradoxalement « terre desséchée », est le véritable « château d'eau » pour le Pakistan**, mais aussi pour le Nord-Ouest de l'Inde. La vallée ancestrale de l'Indus est ainsi encore le théâtre d'enjeux hydro-politiques fondamentaux pour plus de 231 millions de Pakistanais et quelques millions d'Indiens du Nord-Ouest. Car les eaux de l'Indus et de ses affluents leur sont indispensables pour l'eau potable, l'électricité, le transport, l'irrigation des cultures et les industries et nourrir ainsi les populations des deux pays.

Le partage des eaux de l'Indus et de ses affluents est organisé par le traité bilatéral du 19 septembre 1960. Le respect de ce partage reste soumis à l'état des relations entre les deux pays. En 1965, l'Inde a véritablement « asséché » le Pakistan par la construction et le remplissage maximal des barrages et des détournements sur l'Indus et ses affluents (Chenab, Sutlej, Beas et Jelhum). Et dans la crise actuelle, des voix se font entendre en Inde pour proposer à nouveau cette mesure de rétorsion contre le Pakistan et ses incursions au Cachemire, elles-mêmes motivées par ce que les Pakistanais appellent la « politique indienne de terrorisme de l'eau », autrement dit le non-respect des accords de 1960. Au-delà des menaces de faire exploser les barrages indiens, les terroristes pakistanais ont argué de ce prétexte pour justifier les terribles attentats de Bombay en novembre 2008 ayant fait 188 morts... comme une mise en œuvre partielle des menaces « *d'inondations qu'elles soient d'eau ou de sang* ». Mais pire encore, un journal pakistanais écrivait récemment : « **le Pakistan devrait faire comprendre à l'Inde qu'une guerre est possible au sujet de l'eau et que cette guerre serait nucléaire** ». Malgré les médiations internationales, la tension est toujours très tangible.

Les préoccupations écologiques le long du fleuve et en aval dans son delta semblent passer comme bien souvent en second plan. Et pourtant, le delta de l'Indus vaste de 7 770 km², étendu sur 200 km de côte, au sud-est de la capitale Karachi, est considéré comme l'une des régions les plus importantes pour la biodiversité mondiale. Et l'équilibre et la santé écologiques des écosystèmes aquatiques et terrestres du delta sont très fortement dépendants des apports d'eau des rivières de l'amont pakistanais et indien.

Le Gange rassemble et se disperse

Au cœur de l'Inde historique, l'affluent majeur du Gange, la **Yamuna**, borde des villes emblématiques et historiques dont New Dehli, la capitale, et Agra et son prodigieux Taj Mahal.



Taj Mahal sur les bords de la Yamuna.

© Éric Veyssy

Du Nord à l'Est, le **Gange** et sa vallée mystique (Haridwar, Varanasi...) et très peuplée termine sa course au Bangladesh sous le nom de Padma (fleur de lotus en bangla), dans « la belle forêt », les Sunderbans, constituant avec le Brahmapoutre (appelé Jamuna au Bangladesh) et la Meghna, le plus vaste delta et forêt de mangrove du monde. Entre l'Inde et le Bangladesh, les tensions se sont amorties ces dernières années malgré un partage des eaux encore déséquilibré impactant après les frontières du Nord les débits de Jamuna au Nord du Bangladesh et celui de Padma irriguant les Sunderbans bangladaises. En crue les débits combinés des trois fleuves atteignent 150 000 m³/s, proche de celui de l'Amazone, alors que les débits de l'étiage hivernal sont seulement 6 000 m³/s. Et c'est la période sensible pour ce « pays des marées » et ses 230 cours d'eau.

En 1957, un accord a été signé pour partager l'eau entre l'Inde et le Pakistan Oriental. Beaucoup de tensions avant et après, culminant après **la construction du barrage de Farakka** à partir de 1961, qui retient et détourne une partie des eaux du Gange vers les Sunderbans indiennes et Calcutta. Ces grandes tensions ont été pour partie jugulées par des accords temporaires avec le Bangladesh (indépendant depuis 1971) en 1977, puis 1982, 1985, 1988 et enfin avec un traité pour 30 ans signé en 1996. Malgré l'assainissement des relations entre l'Inde et le Bangladesh, les problèmes d'eau persistent dans le Sud-Ouest du Bangladesh, région toujours affectée par les dérivations indiennes. **Les prélèvements et détournements indiens** diminuent alors les ressources d'eaux superficielles et souterraines et provoquent l'entrée plus intérieure de la marée salée. Ces altérations s'accroissent lors des années de faibles précipitations et entraînant des insuffisances d'eaux potables et agricoles.

Les projections hydro-climatiques du GIEC, indiquent un risque d'accentuation des écarts saisonniers avec une hausse des températures impactant plus encore la saison sèche et réduisant le volume des glaciers himalayens. Les précipita-

tions de moussons seront, elles, plus intenses amplifiant les risques d'inondation, affectant en particulier des populations précaires installées dans les quartiers bas des villes et sur les berges ou les îles des fleuves. Ces projections climatiques incluent aussi l'amplification de la fréquence et de l'intensité des cyclones en aval des fleuves et sur l'ensemble des zones côtières. Les mangroves affaiblies par l'urbanisation et l'aquaculture seront en première ligne pour amortir les effets.

La Narmada, phare des contestations contre les « temples modernes »

La **Narmada** et sa vallée étroite s'écoule du Madhya Pradesh au Gujarat et coupe le pays en deux parts, Nord et Sud, avec un exutoire vers la mer d'Oman à une centaine de kilomètres au Nord de Mumbai, la ville la plus peuplée du pays avec près de 20 millions d'habitants. La Narmada est devenue emblématique des controverses autour de la construction des barrages et de leurs conséquences. Une véritable cascade hydro-électrique y a été installée avec **30 barrages majeurs**, 125 barrages moyens et 3 000 petits projets d'irrigation, en faisant le plus grand projet de barrages cumulés au monde. Avec 75 000 km de canaux, ce projet est prévu pour irriguer 15 000 à 18 000 km² au Madhya Pradesh. Le plus grand de ces barrages, le **Sardar Sarovar** de 93 m de haut (138 m prévus initialement) pour une puissance de 1 400 MW doit à lui seul irriguer 21 000 km², pour l'essentiel au Gujarat.

Ce projet devait aussi apporter de **l'eau potable à 40 millions de personnes**, et leur donner accès à l'électricité. Au lancement du projet, il était estimé qu'au moins **100 000 personnes devraient être déplacées** du fait de la construction du barrage. **140 000 personnes supplémentaires l'ont été** à cause de celle des canaux, Mais les critiques se sont concentrées autour de ces projets **ayant déplacé plus de 40 000 familles**, d'autochtones « adivasis » et d'intouchables en majorité, multiplié par six les cas de paludisme, sans parler de la déforestation et de la riziculture irriguée responsables d'émissions de gaz à effet de serre. **L'écrivaine Arundathi Roy** a été une activiste et la porte-voix majeure de ces contestations, Plus globalement, les **10 000 barrages indiens**, « temples de l'Inde moderne » selon l'expression de Nehru en 1963, ont généré **50 millions de déplacés**, devenant de fait **un immense réservoir de main-d'œuvre bon marché dans les bidonvilles des grandes villes industrielles** (Bhopal, capitale de l'État du Madhya Pradesh notamment, pour ceux du bassin versant de la Narmada). Et tous ceux qui vivaient du fleuve (éleveurs, pêcheurs, cultivateurs de décrue...) n'ont eu **aucune indemnisation**. Plus généralement, les déplacés des grands travaux ou des catastrophes environnementales ou climatiques s'entassent dans les quartiers précaires des grandes villes et des mégapoles comme Mumbai, Delhi (17 Mhab), Chennai (9 Mhab) ou Bangalore (9 Mhab). Ces mégapoles sont en limite permanente pour la fourniture de l'eau. **Dans les bidonvilles, les gens font la queue aux fontaines publiques et stockent l'eau dans des bidons se heurtent de fait à des problèmes de quantité et de qualité.**

Plus au sud, la **Godavari** a une trajectoire presque parallèle mais en direction opposée d'ouest en est, et se déverse dans l'océan Indien. Avec un tracé lui aussi quasi-parallèle de l'État du Karnataka à celui du Tamil Nadu, la **Kaveri** complète la liste des fleuves sacrés, avec un exutoire proche de l'extrême Sud-Est. Le partage des eaux du bassin génère un **conflit entre les deux États** de cultures et de langues différentes exacerbé par le **développement de la riziculture irriguée au Tamil Nadu** qui a beaucoup fait baisser les nappes phréatiques.

Un statut juridique peut-il protéger les fleuves et leurs populations ?

Les solutions, internes au moins, pourraient désormais passer par une approche juridique qui rejoint dans un sens la mythologie et l'empreinte essentielle de ces cours d'eau personnifiés. Car le 20 mars 2017, quelques jours après l'adoption d'une mesure équivalente concernant le fleuve Whanganui en Nouvelle-Zélande, la Haute cour de l'État indien himalayen de l'Uttarakhand a décrété que **le Gange et la Yamuna sont des « entités vivantes ayant le statut de personne morale »**. Selon l'avocat de la cour suprême, la décision est « un précédent historique car il utilise le concept de personne morale, qui n'a été utilisé que pour les idoles (religieuses) jusqu'à maintenant, et étend son application aux rivières ». Ainsi le droit tend la main aux cultes omniprésents le long du Gange. Le décret précise que les cours d'eau seront représentés par des tuteurs légaux, en l'occurrence le directeur du programme « Namani Gange » autrement dit « Obédience soit obéissance et hommage au Gange ». **Les autorités sont ainsi « tenues de maintenir le statut des rivières et de promouvoir leur santé et leur bien-être »**. Reste à concrétiser et optimiser ces dispositions nouvelles.

Éric Veyssy

Auteur-réalisateur du documentaire
« Inde : pays des rivières sacrées... et des tensions autour de l'eau »,
Terre & Océan, 2018 (chaîne YouTube Terre & Océan).

Références principales :

- <https://knoema.fr>: Chiffres de l'eau par pays, 2019.
- *Le coût de la vie*, Arundathi Roy Arcades Gallimard, 1999.



Le Gange à Varanasi.

© Éric Veyssy

Tourisme, eau et climat dans la vallée de l'Indus (Ladakh, Inde)

L'Indus de haut en bas

L'Indus prend sa source près du mont Kailash (6 638 m) dans le quart Sud-Ouest du Tibet pour traverser ensuite la partie indienne au nord du Zaskar à Leh où il a de nombreux bras et où sa largeur est inférieure à 100 mètres. Puis, il passe au sud du haut Ladakh (Stod) et **dans la région du Sham (bas Ladakh) où sont situés les monastères bouddhistes du Ladakh** de la vallée de l'Indus où il rencontre le Zaskar à Nimmu. Sur ce site, j'ai observé des terrasses alluviales submergées (terrasses de crues), un cône de glaciaire, avec accumulation périglaciaire, fluvio-nivale et en arrière-plan le massif du Zaskar granidiorique, en bas des molasses (formation sédimentaire sur des roches indiennes et eurasiennes) le long de l'Indus et du Zaskar (voir photo de Nimmu).



Site de Nimmu avec des terrasses alluviales submergées. Base nautique de rafting et de sport de vive eau, etc.
© Olivier Chiron

Lorsque le fleuve s'élargit et que la vallée s'étale, les plantations d'arbres sont plus importantes et piquettent le paysage d'oasis verdoyantes (Rao, 2001, p. 22). **Leh est une de ces oasis, installée dans une large plaine de glaciaire de piémont avec des zones humides le long desquelles on**



Paysage du Ladakh.

© Jochen Westermann, Munich

trouve des saules et des peupliers. Le tourisme s'est fortement développé dans la vallée de l'Indus depuis 1974, principalement autour de Leh, la capitale du Ladakh, devenue le centre politique, administratif, commercial (ancienne route caravanière entre le Tibet, l'Asie centrale et l'Inde : Dolfuss, 1997) et stratégique. Leh est située sur les rives de la rivière Sangto Tokpo, au nord du fleuve Indus entre 3 200 et 3 600 m d'altitude dans un bassin détritique entouré de montagnes au substrat cristallin. Encore étroit dans cette partie, l'Indus sinue et descend par rapport aux reliefs environnants. La zone située au pied des monastères (Thiksey), proche de la route est un peu marécageuse et inondée surtout l'été, à la saison des pluies, en période de fonte nivale et glaciaire. **Les pluies torrentielles¹, dues aux changements climatiques peuvent dégrader davantage la situation.**



Système de canalisation de l'eau (mayur) cimenté à 4 100 mètres d'altitude avec des terrasses étagées pour la culture de l'orge et talus d'éboulis de gélifraction. Au fond à droite, végétation arborée autour du talweg d'une rivière.
© Olivier Chiron

Dans les villages de montagne du Ladakh, la répartition de l'eau est inégale, avec des endroits mieux pourvus comme dans le canal principal (mayur en ciment), à l'inverse des yura, canaux secondaires eux-mêmes subdivisés en plus petits canaux (yurgo), à l'intérieur du village. Le canal peut être modifié et bloqué par des accumulations de terre. C'est la propriété collective de la communauté. La gestion en revient généralement à un homme (le churpoon) qui décide de la quantité d'eau à utiliser pour l'irrigation de chaque parcelle d'orge. On y trouve de nombreuses plantes notamment des mésophytes. Là, où l'espace n'est plus habité et où les cultures s'achèvent, d'anciennes terrasses sont abandonnées car il n'y a pas suffisamment d'eau sauf sur

1. Il pleut surtout entre juin et août soit un total de 500 ppm.

les rivières provenant des glaciers. Mais elles sont elles-mêmes parfois réduites à un mince filet d'eau (kang chu) débouchant sur une rivière (tokpo) plus large dans le village. Outre les champs irrigués d'orge ; les pois, les carottes et les pommes de terre sont aussi cultivés au Ladakh, **s'adaptant au climat de type semi-désertique même à plus de 4 000 mètres d'altitude.**



Champs d'orge du hameau de Phu à 4 280 mètres d'altitude.

© Olivier Chiron

Plus on monte, plus la sécheresse augmente et plus il y a du vent. Comme les glaciers sont très haut en altitude (à plus de 5 200 m), certaines rivières du Ladakh sont alimentées en été par la fonte glaciaire. Mais cette situation se dégrade progressivement avec le recul généralisé des glaciers. Ces fontes augmentent aussi **les risques de vidange brutale des lacs glaciaires provoquant des inondations** et des coupures et détériorations de routes. Les habitants témoignent : « *En 2014, il y a eu un gloft (glacial lake outburst flood) au village de Gya (situé sur la route Leh-Manali à plus de 50 km au sud de Leh à 4 100 mètres d'altitude sur la rivière Ruyul Nala), à 45 km de notre vallée, avec une rupture du lac glaciaire, les habitants n'avaient pas l'habitude d'une telle situation* ». Ils n'avaient jamais vu cela ; un pont a même été emporté.



Paysanne.

© Wouter Harteveld



Pont détruit lors de l'inondation de 2010.

© Horace Murray, U.S. Army



Terrasses abandonnées à proximité du kang chu (mince filet d'eau à 4 400 m d'altitude) en raison du manque d'eau. Les pierres semblent ressembler à d'anciens enclos (murs) pour le bétail. © Olivier Chiron

Accumulation de neige et d'eau l'hiver, et fonte en été, il faut donc penser à des systèmes alternatifs d'irrigation car il peut y avoir selon les années et les saisons, des nets changements de débits, il faut donc adapter le système de gestion des eaux. Un autre moyen d'avoir de l'eau, c'est la construction de stupa de glace pour pallier aux manques d'eau et de glace ; avec un exemple dans la vallée de Shara, à Sheroph à 4 590 m d'altitude. Avec le réchauffement climatique, **on construit aussi des glaciers artificiels** à 4 590 m (stupa de glace aujourd'hui disparu), les sommets environnants sont à 5 700 m. Le stupa de glace est là pour stocker de l'eau et la récupérer pour les villages en captant l'eau des rivières en la redistribuant pour les cultures de pommes de terre, orge, petit pois avec une moindre exposition et donc fonte.

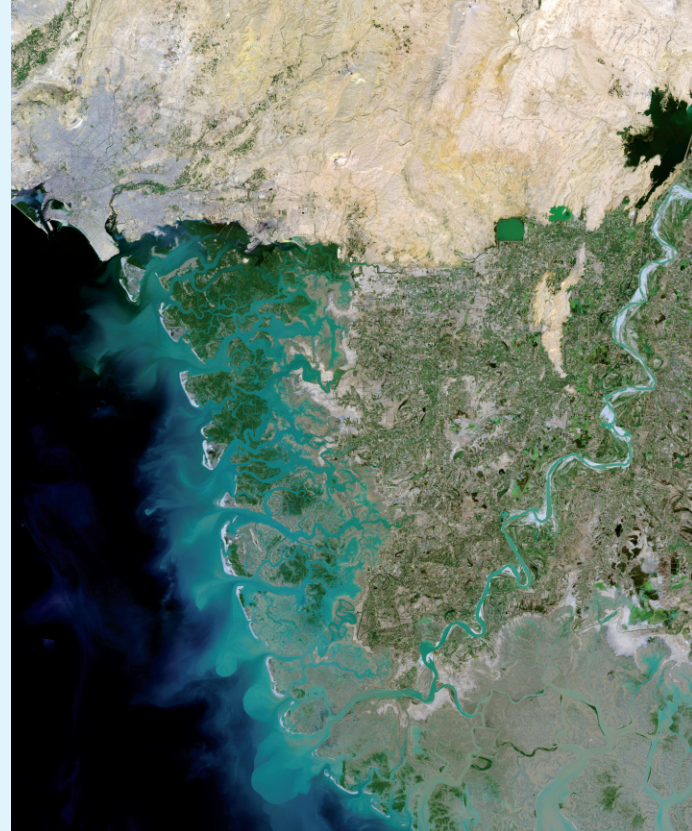
Dans ce désert minéral, il règne cependant une certaine diversité végétale (comme *Arnebia gutatta*, *Arnebia ladakhensis*, *Betula*, etc.) Mais, on trouve très peu d'espèces végétales tropicales et arborées (quelques genévriers) car l'influence de la mousson¹ est faible et l'altitude est très élevée (il y fait froid !)

1. Au Ladakh, il n'y a que les résidus de mousson, il n'y a quasiment pas de pluies, il pleut peu bien que les nuages restent accrochés au relief, durant mon séjour il a plu une fois en 15 jours, pluies accompagnées de vents turbulents.



Arnebia guttata (Boraginacées)
sur sols secs (terres sableuses)
à 4 490 mètres. Plante médicinale
utile au traitement de l'épilepsie.
© Olivier Chiron

Delta de l'Indus.
© Sageer Sk



Les problèmes de la gestion de l'eau

L'arrivée de l'électricité dans les villages de montagne les plus reculés a changé profondément les conditions de vie. Les nombreux touristes surtout indiens, mais aussi occidentaux imposent une forte demande en eau, entraînant des manques de disponibilité de cette ressource essentielle pour les Ladakhis. Ainsi, lorsque les ressources locales deviennent insuffisantes pendant l'été, les hôtels et autres structures d'accueils peuvent se permettre de faire venir l'eau par camions-citernes, quand les populations locales sont en manque accentué. De plus, beaucoup de systèmes d'assainissement des eaux techniquement déficients engendrent une pollution des rivières, le long des chemins, il y a parfois des déchets. Ces évolutions se font globalement au détriment de la population locale : **le manque d'eau disponible pour les Ladakhis entraîne une dégradation des conditions sanitaires contrastant avec le confort des homestays (hébergement chez l'habitant) des touristes.** Se pose alors la question de la durabilité de ce type de tourisme dans une région soumise à des contraintes hydro-climatiques plus fortes.

Plus en aval, l'Indus s'écoule dans les plaines du Penjab et du Sind, et le fleuve ralentit alors son cours. Il traverse Hyderabad puis se jette dans la mer d'Oman par un grand delta aride de 7 770 km² s'étendant sur 200 km de côte, au sud-est de **Karachi**, maintenant considéré comme l'une des régions écologiques les plus importantes au monde. En août et septembre 2022, le long de l'Indus et dans son delta,

les pluies de mousson¹ dévastatrices ont provoqué des inondations mortelles avec des dégâts phénoménaux, plus de 1 700 victimes et 33 millions de personnes touchées. Antonio Guterres, le secrétaire général des Nations unies a parlé de « carnage climatique » et le premier ministre pakistanais a surenchéri en accusant l'Occident d'être responsable de ce dérèglement des pluies par le cumul historique des émissions de gaz à effet de serre. **Des compensations financières pour les « pertes et dommages »** de cette catastrophe hydro-climatique sont collectées à l'échelle des Nations unies pour venir en aide au Pakistan et à sa population, mettant en œuvre pour la première fois les accords négociés lors de la COP 27 de Charm el-Cheikh.

Olivier Chiron

Géographe, spécialiste du Ladakh et du Sikkim
Président de l'association « Himalayan Heritage ».

1. Le climat de l'Asie du Sud est réglé par les flux de mousson qui signifie « saison » en arabe et qui est un phénomène qui résulte du contraste thermique entre le continent asiatique surchauffé (avec des tourbillons cycloniques) et de l'air humide porté par l'océan provoquant de fortes pluies.

Bibliographie:

- Clift, Wu et Yang. Zircon. 2007. Hf isotopics constraints on the source of the Indus molasse. *Tectonics*, vol. 26, pp. 1-15.
- Closset-kopp Déborah, Dodinet Elisabeth, Selosse Marc-André. Éloge de Guillaume Decocq à l'occasion de la remise du Prix du Conseil de la SBF 2015. In: Le Journal de botanique, n° 75, 2016. Septembre. pp. 13-15; https://www.persee.fr/doc/jobot_1280-8202_2016_num_75_1_1587.
- Dolfuss, Pascale. 1997. La ville de Leh au XIX^e siècle : une oasis au carrefour de l'Inde, du Tibet et de l'Asie centrale. In T. Dodin & H. Rather (eds.), Recent Research on Ladakh. Proceedings of the Seventh International Colloquium on Ladakh. Ulm: Ulmer Kulturanthropologische Schriften / UKAS 9, pp. 135-168.
- David Goeury, « Le Ladakh, royaume du développement durable? », *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine* [En ligne], 98-1 | 2010, mis en ligne le 21 avril 2010, consulté le 21 mars 2023. URL: <http://journals.openedition.org/rga/1100>; DOI: <https://doi.org/10.4000/rga.1100>.
- Majeed U, Rashid I, Sattar A, Allen S, Stoffel M, Nüsser M, Schmidt S. *Recession of Gya Glacier and the 2014 glacial lake outburst flood in the Trans-Himalayan region of Ladakh, India*. Sci Total Environ. 2021 Feb 20.
- Rao. 2001. *Ladakh, Manali, Zanskar*. Lustre Press, 78 p.
- Kumar, Angchuk, Namgyal. « Churpoon » an Indigenous and Sustainable Water Management System in Cold Arid Ladakh, *Journal of Agricultural Extension Management*, pp. 129-134, vol. XXIII, n° 2, 2022.
<https://lungta-india.fr/notre-philosophie/les-projets-que-nos-soutenons/ladakh/>
<https://www.lefigaro.fr/flash-actu/inondations-au-pakistan-antonio-guterres-dit-n-avoir-jamais-vu-un-tel-carnage-climatique-20220910>
<https://mapcarta.com/fr/>

Bangladesh, pays des mille rivières et des mille dangers



Carte du bassin du Gange, Brahmapoutre et de la Meghna.

© Pfly, Wikipedia

L'eau au cœur de l'histoire du pays

Le Bangladesh, c'est d'abord un formidable réseau hydrographique, dense et omniprésent. Le rassemblement de trois grands fleuves himalayens, le Gange ou Padma, le Brahmapoutre ou Jamuna et la Meghna, constitue le troisième plus grand écoulement fluvial du monde derrière l'Amazone et le Congo. Ce pays côtier compte plus de 700 rivières avec près de 10 % de sa superficie en eau. Au sud, les innombrables dispersions finales du delta découpent la fascinante région des Sunderbans. Amitav Gosh écrit que « les îles (des Sunderbans) sont la lisière du tissu du pays, la frange déchiquetée de son sari, à moitié trempé par la mer ». Le Bangladesh est un pays jeune et ancestral à la fois, zone d'éternelles et puissantes confluences des fleuves et des peuples. Ce vaste delta est avant tout une région d'une grande richesse potentielle connue et convoitée depuis l'Antiquité pour ses légendaires terres d'abondances. C'est en même temps, un des plus jeunes pays du monde moderne, issu dans un premier temps de partitions administratives anglaises, notamment celle de 1905, puis de l'indépendance indo-pakistanaise de 1947. Cette indépendance ne fut pas celle voulue par Gandhi qui rêvait d'un grand pays mixte où les communautés vivaient ensemble et en harmonies. Car finalement l'indépendance indo-pakistanaise sera réalisée sur une partition territoriale prétextant les majorités religieuses et laissera l'Inde « hindouiste » déparquée des Pakistans occidental et oriental « musulmans ». Des millions de réfugiés « religieux » de part et d'autre, 2 millions de personnes tuées lors d'affrontements intercommunautaires en seront le résultat ineffaçable. À l'est, c'est-à-dire au Pakistan oriental, distant de 1 600 kilomètres de la capitale Karachi, de l'autre côté de l'Inde, la langue bengali sera le support d'une montée progressive puis de plus en plus déterminée de l'idée d'indépendance. **Le 12 novembre 1970, le cyclone de Bohla frappe au sud, et tue près de 500 000 personnes**, dont 100 000 sur la grande île de Bohla à moitié submergée. Il provoque le déplacement forcé de

dizaines de milliers de personnes. Face à cette tragédie, les retards et la faiblesse des secours pakistanais accéléreront les mouvements indépendantistes. Ainsi, l'année suivante, en 1971, pendant neuf longs mois, **une terrible guerre de « libération »** sortira le Bangladesh de l'oppression des Pakistanais et de son armée criminelle. Celle-ci laissera derrière elle les horreurs d'un génocide qui ne cessera qu'avec l'intervention finale de l'Inde. 1 à 3 millions de morts, 200 000 femmes violées, 8 à 10 millions de réfugiés et pour clore ce crime contre l'humanité, l'assassinat mis en scène de 250 intellectuels au cœur de Dhaka. Les comptes ne sont pas encore totalement soldés avec cet épisode terrible et fondateur de la nation bengalie. Ces dernières années, les condamnations et exécutions de collaborateurs avec le Pakistan ont avivé les tensions politiques et ont été l'alibi d'attentats et d'assassinats.

Sheiq Mujib Rahman, leader charismatique, fut le père de la nouvelle nation, le pays du Bengale, Bangladesh en bengali qui vit le jour le 16 décembre 1971. Mais, **faisant suite à la mauvaise gestion des inondations catastrophiques de 1974 et de la famine qui en découla, son assassinat en 1975 marquera le début d'une période politique chaotique** marquée par plusieurs coups d'État. Le Bangladesh est ainsi né au milieu des souffrances et des traumatismes.

Dhaka, capitale d'un territoire d'une grande richesse agronomique

Il y a bien longtemps, les princes du Bengale ont installé leurs palais au bord d'un paisible fleuve nourricier et protecteur. Étrange et volumineux défluent de la Jamuna vers la Meghna, la Buriganga constituait le cœur de la cité et le commerce fluviomaritime assurera à Dhaka richesses et expansions. Au début du XVII^e siècle, Dhaka, modeste petit village de pêcheurs jusqu'alors, se déployait en tant que nouvelle capitale de l'Empire moghol. Sur la rive gauche de la Buriganga, les commerçants et les artisans dynamisaient la vie frugale de la cité, expression ancestrale d'un Bengale sauvage et luxuriant, réputé depuis l'Antiquité pour **les richesses de sa nature : poissons, céréales, fruits et légumes, lentilles, riz, canne à sucre, multiples épices...** Aujourd'hui encore, dans les campagnes ou sur les îles, les plus anciens ont en mémoire les visites des percepteurs anglais puis pakistanais venant les ponctionner des produits de leurs récoltes ou de leurs pêches dans ces espaces riches et productifs mais soumis à des risques majeurs.



Foot de quartier à Dhaka.

© Éric Veyssy, Terre & Océan

Telle une capitale emblématique, Dhaka est une ville d'eau, posée sur un réseau hydrographique entrecroisé et encore omniprésent avec les résidus de zones humides, de lacs et de bras de rivière aujourd'hui pour partie comblés. Depuis quelques années, sous la pression de l'arrivée annuelle de populations nouvelles, Dhaka manque d'espace. Pour y remédier, la mégapole a commencé à « grignoter » des emplacements sur sa rivière mère. Les décharges comblent ses bras morts pour pouvoir construire par-dessus. Car **Dhaka s'étend, se construit indéfiniment, même de nuit, gagnant régulièrement sur les zones humides.** Aujourd'hui, elle continue d'avaloir la Buriganga, de l'étouffer de ses déchets, de la souiller avec les résidus de ses digestions domestiques et artisanales et même de l'asphyxier par les fumées de ses pourtours industriels. Car tout autour de la capitale, se dressent les cheminées des innombrables briqueteries, usines de base des perpétuelles constructions, avec leurs panaches gris-noirs, qui le soir, couvrent la ville d'un voile filtrant la lumière. Étrange gratitude ou habituel prix d'une réussite !



Bidonvilles des rails, Dhaka.

© Éric Veyssy, Terre & Océan

Dhaka et ses bidonvilles de réfugiés du Nord

Chaque année, la capitale du Bangladesh compte au moins 200 000 habitants de plus. Aujourd'hui, avec plus de 16 millions d'habitants, Dhaka est la mégapole connaissant le plus fort taux de croissance urbaine dans le pays le plus densément peuplé au monde. En 1905, le Bengale de l'Est sous administration anglaise, comptait 29 millions d'habitants, 44 millions en 1971 lors de l'indépendance, 81 millions en 1981, le Bangladesh compte en 2022 plus de 171 millions de citoyens dont un tiers de moins de 18 ans. Car régulièrement, les catastrophes climatiques du Nord ou du Sud délogent des familles entières qui s'agglutinent dans les interstices ou dans les faubourgs de la capitale, étendant ou créant de nouveaux bidonvilles ou insérant des habitats très sommaires dans les moindres espaces libres de la ville. 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. Depuis plus de 50 ans le changement climatique et la démographie galopante emballent ces phénomènes. Ainsi, **plus de 500 000 personnes habitent dans les bidonvilles de Dhaka, dont environ 50 000 dans le « bidonville des rails ».** En plus des habitants permanents, ces quartiers précaires accueillent



École dans la rue pour les enfants des bidonvilles des rails de Dhaka.

© Éric Veyssy, Terre & Océan

beaucoup de saisonniers qui viennent chaque année travailler quelques mois à Dhaka pendant les périodes agricoles creuses, avant de repartir dans leur village rejoindre leur famille restée sur place. À Dhaka et dans les grandes villes du pays, la vie des habitants des bidonvilles dépend beaucoup de la qualité des points d'eau et des travaux journaliers qu'ils trouvent : ramassage des déchets recyclables, casseur de brique, porteurs, ménages, ouvriers dans le textile ou conducteurs de rickshaws.

Chars, les îles « vivantes » et productives de Jamuna

Au nord de Dhaka, Jamuna a l'étoffe des très grands fleuves, large de plusieurs kilomètres parsemés de multiples îles qui elles-mêmes se mesurent en kilomètres de large et de long. Ses eaux descendent en zigzags des hauteurs himalayennes du Tibet en passant par l'Inde et le Bhoutan pour quelques affluents. Le fils de Brahma devient alors Jamuna dans son dernier long segment presque rectiligne du nord au sud vers la double confluence et le golfe du Bengale. Jamuna, le fleuve sacré, habité et nourricier, seul maître de la vie, des craintes et des bouleversements parfois dramatiques. Car, comme dans tous les fleuves, les îles majestueuses ici dénommées « chars », constitutives du puissant fleuve sont riches mais mobiles. Encore plus qu'ailleurs et qu'avant. **Les chars sont ainsi comme des radeaux de sable et d'argile que Jamuna pose, étend, assiège puis à l'occasion déchire. Au Bangladesh, plus de 5 millions de personnes habitent ces îles, au cœur de ce fleuve, véritable artère du pays.** Leur vie et leur destin sont dictés par le fleuve pour le meilleur avec ses terres fertiles propices



Famille de paysans sur l'île de Milbari, Jamuna (Brahmapoutre).

© Éric Veyssy, Terre & Océan

aux cultures et à l'élevage, et pour le pire lorsque Jamuna décide de redistribuer ses sédiments dans un autre ordre. Ces **5 millions de paysans vivent sur des sites « effaçables »** pour parties intégrant les lieux de vie et les espaces agricoles productifs, à la moindre crue exceptionnelle. Et l'exception d'hier risque de devenir plus fréquente, sans être pour autant plus acceptable et parable. Le long de ces espaces entièrement voués à l'agriculture, les habitants évoquent spontanément les crues invasives et érosives qu'ils côtoient presque chaque année. Et les dates des crues majeures résonnent dans leur mémoire : 1966, 1974, 1987, 1988, 1998, 2004, 2007, 2014. Les « furies » du fleuve en crue ont engendré des nuits de peur face aux flots grimpaient les murs des falaises de sable. **« On vit comme des oiseaux »** disent-ils avec des déménagements juste à temps ou pas. Les maisons sont régulièrement repoussées loin du bord et surélevées (parfois avec l'aide d'ONG), pour amoindrir le risque de tomber du haut de la falaise dans la brume du fils de Brahma ou dans les tresses de sa fille Jamuna. Mais malgré les précautions **« il arrive souvent de s'endormir riche cultivateur, éleveur et propriétaire terrien et de se réveiller sans-abri »**. Aucune aide financière directe ne leur est accordée lors des catastrophes. Ils peuvent seulement avoir recours à des assistances médicales comme avec l'hôpital flottant de l'ONG Friendship. Et pourtant, ces îles sont généralement d'une quiétude et d'un potentiel agricole « paradisiaque ». On peut donc comprendre que pour rien au monde, ils ne se soumettront à l'idée de quitter leur île, leur maison, leur monde, leur liberté y compris celle d'affronter le risque même le plus cruel. **Seul le fleuve pourra leur faire quitter leurs terres, s'il décide de l'emporter et peut-être de les emporter avec elles.** Surtout pas à Dhaka pour les plus anciens ; ils n'y sont jamais allés et n'iront pour la plupart jamais.



Sunderbans (photo satellite).

© NASA

Khulna, Barisal et les réfugiés des Sunderbans

Au sud, on trouve l'autre grande entrée du risque climatique bangladais. On aurait pu aussi évoquer les nombreux séismes parfois associés aux submersions. Et les irrégularités des pluies et les prélèvements indiens, particulièrement conséquents et diminuant encore les ressources superficielles et souterraines lors des années de faibles précipitations. Avec **comme conséquences au Bangladesh, l'insuffisance de l'eau à vivre et l'entrée plus intérieure de la marée salée.** La salinité augmente ces dernières années et l'eau potable devient un grave problème quotidien. La pêche est également moins performante et les emblématiques dauphins *Orcella Brevirostris* sont de plus en plus menacés. En 1957, un accord a été signé pour partager l'eau entre l'Inde et le Pakistan Oriental. Beaucoup de tensions avant et après, culminant après la construction du barrage de Farakka à partir de 1961, qui retient et détourne une partie des eaux du Gange vers les Sunderbans indiennes et Calcutta. Malgré l'assainissement des relations entre les deux pays voisins, les problèmes d'eau persistent à Khulna et dans le Sud-Ouest, région toujours affectée par les dérivations indiennes. Et les fortes marées de plus en plus hautes attaquent et altèrent les digues et les terres basses.

C'est vers Khulna et Barisal, les villes majeures du sud que se dirigent les habitants des Sunderbans lorsqu'ils ont tout perdu. Ici les dates des catastrophes ne sont pas celles des chars, ni des sécheresses du nord. Ici le danger 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 (mot issu du Bangla) : 1665, 1737, 1877, le plus violent de tous les cyclones connus, 1930, **1970 avec 500 000 morts et disparus et des millions de sans-abris**, 1988, 1998, 2007 le terrible Sidr, 2009 Aïla. Maintenant les météorologues leur donnent un prénom, jolies appellations pour des démons de Gaïa « la planète vivante » ou du démon local Dokhin Raï. Les légendes locales théâtralisées racontent en effet le combat ancestral entre le tigre incarnant Dokhin Raï, roi de la Nature et ses légions de démons face à Bon Bibi la protectrice des hommes. La légende dit que Bon Bibi et Dokhin Raï se sont partagé les Sunderbans avec une



Déplacement des maisons, île de Milbari. © Éric Veyssy, Terre & Océan

Depuis quelques années avec le réchauffement climatique, les glaciers himalayens fondent. Les crues de Jamuna et des autres fleuves bangladais sont ainsi plus fréquentes et plus intenses et **lors des grandes inondations, plus de la moitié du pays se retrouve inondé.** Et selon les modèles du GIEC, cette tendance va s'accroître dans les décennies à venir.

ligne transversale, le Nord pour les hommes, le Sud vers l'océan pour le tigre. Mais dans les faits, la remontée des eaux salées liée aux phénomènes climatiques et les migrations de populations modifient la ligne de partage entre l'homme et la nature et chacun paie son tribut aux franchissements de la frontière. Car comme l'écrit Amitav Gosh « À aucun moment, les êtres humains ne peuvent avoir le moindre doute sur la totale hostilité du terrain à leur égard ». Chaque année, le tigre rappelle à plusieurs dizaines de personnes qu'avec lui, la position initiale des hommes est celle de la proie. Pour atténuer l'appauvrissement de la très riche biodiversité, les enfants sont sensibilisés à l'école à leur environnement et à sa préservation, y compris à celle du tigre du Bengale, dont il ne reste qu'environ 300 individus.



Arbres sudari et leurs racines, Sunderbans.
© Éric Veyssy, Terre & Océan

Dans les interstices du cœur de Khulna ou en périphérie, les réfugiés ont créé des quartiers. Ainsi, **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 de Sidr a été sous-estimée par les prévisions et l'alerte a été chaotique du fait des coupures d'électricité. Depuis, **les politiques publiques gouvernementales et locales ont insisté et progressé sur deux fondamentaux: alerte et protection.** Les abris anticyclones renforcés et surélevés se construisent et les systèmes d'alerte se perfectionnent. Sur la façade des écoles qui servent aussi d'abri anticyclone, toutes les instructions en cas d'alerte sont écrites et dessinées très précisément. Les alertes sont classées selon l'intensité des vents en une dizaine de niveaux de risques. La protection dans les centres anticyclones est requise à partir du niveau 6 et la nourriture doit alors être protégée en l'enterrant. Les habitants du Sud, conscients des risques, font confiance aux systèmes d'alerte et de protections installés et surtout à la capacité d'amortissement de la grande forêt de mangroves des Sunderbans avec ses fameux arbres « sudari », maîtres de la terre fluide, de la vase détritrique et constructive des îles-boucliers lors des tempêtes.



Femmes du bidonville de Kuhlana racontant leur maison emportée par le cyclone Sidr de 2007.
© Éric Veyssy, Terre & Océan

Le Bangladesh, pays leader du « monde fragile »

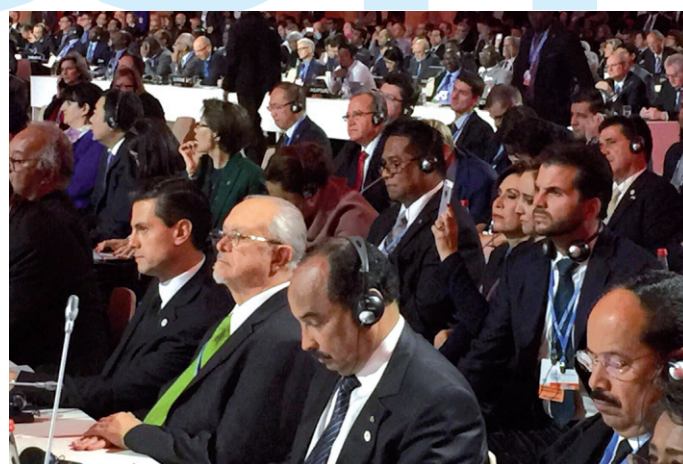
« Là où croît le péril, croît aussi ce qui sauve. », Hölderlin.

Cumulant presque tous les risques hydro-climatiques contemporains, **le Bangladesh est devenu le porte-drapeau des pays vulnérables.** Ce fut le cas dans les négociations de l'accord de Paris pour abaisser l'objectif à limiter le réchauffement à 1,5 °C, comme pour obtenir un financement international des « pertes et dommages » suite aux catastrophes climatiques lors des COP suivantes. L'avancée du Bangladesh dans ce XXI^e siècle sera un indicateur et un révélateur de l'état social, politique, économique et bien sûr hydro-climatique de notre planète partagée.

Éric Veyssy

Auteur-réalisateur du reportage

« Le Bangladesh face aux risques climatiques »,
Terre & Océan, documentaire de 53 et 75 minutes, 2016.
(Chaîne YouTube Terre & Océan).



Délégués des nations lors de la COP 21 de Paris.
© Presidencia de la República Mexicana

Autres références:

- *Le pays des marées*, Amitav Gosh, Éditions Robert Laffont, 2006.
- *Gaïa, notre planète est-elle vivante*, James Lovelock.

Mékong,

les équilibres hydro-écologiques sacrifiés à la « modernité »

10^e plus grand fleuve du monde, le Mékong abrite **la plus grande biodiversité aquatique** après l'Amazonie avec plus de 1 300 espèces de poissons (et même des dauphins), dont 800 sont endémiques. Le Mékong est la **1^{re} zone de pêche en eaux intérieures** avec 25 % des captures mondiales. « Vice-champion du monde » de la biodiversité d'eau douce, mais net champion du monde pour la fourniture de protéines à ses populations. **Car au Cambodge, au Laos et au Vietnam, les habitants vivent au rythme du « fleuve mère » et de ses ressources, sur les rives, sur les îles ou même dans des villages flottants du grand lac Tonlé Sap.** Mais pour combien de temps encore ? Car développement rapide et changement climatique exercent leurs actualités et leurs perspectives pressantes et menaçantes. Depuis quelques années, **le réchauffement climatique et les nombreux barrages réalisés, en construction ou en projets, mettent en danger les équilibres hydrologiques et écologiques.** L'avenir de ce fleuve mythique est au centre des convoitises des uns et des inquiétudes des autres.

En amont, de la source chinoise au Laos

Né dans les contreforts est de l'Himalaya, le « Lancang jiang » ou « fleuve turbulent », parcourt la province chinoise du Yunnan de l'ouest vers le sud avant d'irriguer et de nourrir les pays indochinois, la Birmanie très peu, la Thaïlande sur sa bordure est, mais surtout le Laos et le Cambodge dans leur axe majeur et au final la part Sud du Vietnam englobant son delta. Pour les Européens, le delta était connu depuis longtemps, mais il fallut la curiosité du **naturaliste Henri Mouhot**, découvreur des temples d'Angkor et qui remonta jusqu'au cœur du Laos, puis une grande expédition militaire française de 1866 à 1868 pour remonter jusqu'en Chine au plus proche de sa source que le russe Kozlov précisera en 1900.

La Chine avec ses 20 000 km de frontières est la puissante voisine de 14 pays. Grâce à ses possessions tibétaines, comme une évidence récurrente pour la région, toute hydrologie commence donc sur son territoire. C'est particulière-



Turbine Francis, barrage de Nam Theun 2, Laos

© Éric Veyssy, Terre & Océan

ment le cas pour le Mékong qui, entre les plateaux tibétains et le Laos, traverse le Yunnan chinois sur plus de 2 000 km, soit près de la moitié de sa longueur totale. Et pourtant, la Chine est **absente de la « Mékong River Commission »**. Absente, mais très impactante pour les pays en aval, car depuis une vingtaine d'années, **la Chine a construit et construit encore plusieurs barrages** sur le cours du fleuve, se passant des financements internationaux et des avis de la commission mais aussi des habitants de ses propres villages déplacés. 14 barrages constituent ce que l'on appelle **la cascade hydroélectrique du Yunnan.**

En dessous, le Laos est totalement dépendant du Mékong, qui constitue sa véritable colonne vertébrale, et dont le bassin versant couvre 88 % de sa superficie. Le fleuve mère y zigzague dans les biefs abrupts entourés de forêts primaires luxuriantes et y dicte les conditions d'abondance ou de survie selon les situations. Il fait frontière entre Laos et Thaïlande avant les plaines cambodgiennes incluant l'extraordinaire Tonlé Sap puis le delta vietnamien. Quand le Mékong entre au Laos, **les barrages chinois ont désormais artificialisé le rythme de l'hydrologie et déjà réduit les sédiments de moitié.** Or, comme pour tous les fleuves, les apports sédimentaires contribuent chaque année et à long terme aux richesses des pays en aval, fertilisant les terres et structurant le delta. Car comme l'a écrit Georges Groslier (voir références page 43) « les eaux en se retirant laissent une vase alluvionnaire, pâteuse, extrêmement fine et pure, faite aux trois quarts d'argiles... Marchant sur elle, j'ai la notion puissante de marcher vraiment sur le pays, de m'enfoncer jusqu'aux mollets dans son essence où se mêlent la roche et l'eau de source. Tout le Cambodge est fait de cette vase voyageuse, arrachée à d'autres pays. » « Le matin, en certains endroits impollués des rives les plus sauvages, cette argile de potier garde les empreintes des dernières caresses que le fleuve lui fit en se retirant. »

Le Mékong est bien plus qu'un simple axe hydrologique. Le fleuve, les rivières affluentes, les plaines d'inondations,



Temple d'Angkor, Cambodge.

© Éric Veyssy, Terre & Océan



Siphandon ou 4 000 îles, un petit paradis

Au Sud du Laos, à la limite de la frontière cambodienne, le Mékong compose une sorte de **delta intérieur, avec un véritable dédale de bras** séparés par le socle rocheux. Ce sont les 4 000 îles, petits îlots et grandes terres aux géométries variables selon le niveau de l'eau. L'espace morcelé de ces îlots semble hors du temps, uniquement soumis aux douces lumières enveloppant un paysage de verdure et d'eaux courantes. En aval des 4 000 îles, le fracas des chutes marquent une rupture entre la zone amont du Mékong et les plaines peu inclinées du Cambodge avant le delta vietnamien. La frontière lao-cambodienne est ainsi une frontière hydro-biologique.

Autour des îles, la pêche y est bien sûr omniprésente, condition et prétexte essentiel de la vie quotidienne. Des pêches calmes en amont ou en aval des chutes et des **pêches extrêmes dans les chutes** elles-mêmes, particulièrement spectaculaire, productives mais aussi très dangereuses dans les débits fracassant de la mousson. En dessous de ces chutes, se trouvent **les extraordinaires dauphins dits de l'Irrawady**, du nom du fleuve birman voisin ou scientifiquement nommés *Orcella Brevirostris*. Il reste encore quelques groupes épars, représentants emblématiques d'un monde aquatique qui n'a pas attendu les barrages pour voir sa biodiversité s'éroder (guerre, chasse et pêche). Avec un peu moins d'une centaine de « survivants », leur sauvegarde est bien loin d'être garantie.

les lacs naturels peu profonds, les marais, les tourbières et les forêts inondées sont autant **de milieux connectés et complémentaires permettant d'abriter et de nourrir plus de 500 espèces de poissons** et autres animaux aquatiques. Et ce chiffre de biodiversité est probablement en dessous des réalités car les suivis scientifiques révèlent encore souvent de nouvelles espèces que jusqu'alors seuls les locaux connaissaient. Entre ces divers milieux aquatiques connectés, les « poissons blancs » plus sensibles et les « poissons noirs » adaptables aux conditions plus délicates, **migrent saisonnièrement en fonction du niveau d'eau et des cycles lunaires**. L'artificialisation des débits affecte ces connexions, mais aussi les signaux des migrations et tout simplement les possibilités de passage des poissons.

Et aujourd'hui dans la foulée de la Chine et malgré l'opposition du Vietnam et du Cambodge, le Laos mise sur l'exploitation du potentiel hydroélectrique de la mère des eaux... pour satisfaire la demande de son voisin thaïlandais en développement rapide et aux climatiseurs gourmands. Le Laos a une puissance potentielle de 22 000 MW quand la pointe en Thaïlande est de 28 000 contre 500 MW au Laos.



Bords du Tonlé Sap, Cambodge.



Chutes sur un affluent du Mékong dans la forêt primaire du Laos.



Village du Tonlé Sap, Cambodge.

© Éric Veyssy, Terre & Océan



Car la Thaïlande, en pleine expansion économique, a des besoins croissants en électricité et a la capacité à mobiliser des financements pour la réalisation de grands ouvrages. Le Mékong est ainsi **le fleuve connaissant aujourd'hui le plus fort taux de construction de barrages au monde**. Ainsi, sur le cours même du Mékong, le barrage de Xyabury a été mis en service en 2019 et celui plus bas de Don Sahong, au cœur des 4 000 îles, en 2020. Et pourtant, beaucoup de villages même les plus proches des barrages se contenteront de quelques panneaux solaires, l'électricité produite étant destinée en priorité aux villes et aux sites industriels.

Sur la terre et sous les eaux, les temps de quiétude sont sans doute comptés. Le sablier est renversé depuis longtemps déjà mais **le passage du temps s'accélère**. Le Laos se transforme avec peu d'opposition devant les faits en cours d'accomplissement. Fleuve hachuré, berges bétonnées, comme en Occident aux siècles précédents, **le développement s'accompagne de pertes en biodiversité**. Et **les tensions entre les pays du bassin, avec les pays amont, Thaïlande et Laos d'une part et les pays d'aval, Vietnam et Cambodge d'autre part** risquent aussi de monter d'un cran.



Séchage des poissons pêchés dans le Mékong, Cambodge.

© Éric Veyssy, Terre & Océan

Au Cambodge : paysage, histoire et perspectives

Le Mékong cambodgien s'écoule sur une grande largeur et à pente réduite. Le socle rocheux du sud du Laos a laissé place aux bancs de sable s'étalant grassement en formant de vastes îles. Les villages cambodgiens du bord du fleuve et des affluents sont occupés par des pêcheurs, aquaculteurs, éleveurs et cultivateurs, avec des maisons flottantes ou sur pilotis. La pêche y est essentielle et très dynamique.

Groslier écrivait : « ... au Cam-

bodge comme dans la plupart des pays du monde, c'est le long des fleuves que la population est la plus dense et la vie la plus pittoresque ».

Autour des villages, la large plaine accueille des champs de maïs, des rizières et des troupeaux. Celle-ci est inondée chaque année par la mousson et le fleuve s'élargit de plusieurs kilomètres. Le Cambodge est ainsi un pays soit flottant, soit sur pilotis, le long des 500 km du Mékong cambodgien et de l'extraordinaire Tonlé Sap. Ainsi chaque année, comme l'écrivait Groslier : « sur la route immense du Mékong qui s'étale à sa rencontre, la mousson glisse, ininterrompue depuis les confins de l'océan Indien, par bourrasques rythmées, telle une respiration sereine et prodigieuse. La crue atteint son plus haut niveau. Plus de berge, le fleuve a escaladé les 5 mètres d'où le dominait le bas pays. Il s'étale jusqu'à tous les horizons, jusqu'au plancher des cases. Les bananiers n'ont plus de tronc, les arbres flottent. On circule en pirogue entre des maisons ou les poules, les chiens et les serpents ne trouvant plus assez de terre ou se poser, se réfugient avec les habitants ».

Le Tonlé Sap, lac majeur

Ce grand lac est le véritable cœur du Cambodge, rempli par le Mékong et partiellement vidangé vers lui une fois par an. **Ici, plus que partout ailleurs sur la planète, « l'homme c'est le poisson ! »** Poisson d'eau douce bien sûr, dont l'importance est bien souvent sous-évaluée. Le Tonlé Sap ressemble encore aujourd'hui à celui découvert par Mouhot en 1858, qui écrivait alors : « l'entrée du grand lac du Cambodge est belle et grandiose. Elle ressemble à un vaste détroit, la rive est basse, couverte d'une épaisse forêt à demi submergée... il me fallut trois grandes journées de navigation pour traverser, dans son diamètre, la petite Méditerranée du Cambodge, vaste réservoir d'eau douce. » Méditerranée ou océan cambodgien, immensité couleur sédiments, le Tonlé Sap est bordé par le grand massif des Cardamomes, au sud-ouest et surtout il intègre de plus vastes forêts inondées tout autour. Par la pulsation annuelle de la crue chinoise et laotienne, il se remplit avec 20 à 25 % de la crue du Mékong, rehaussant son niveau de 7 à 8 mètres, même si sa profondeur maximale dépasse à peine 10 mètres. **Son volume est multiplié par 70, sa superficie par 6**, passant de moins 3 000 km² à plus

de 16 000 km², atteignant 8 % de la superficie du pays. « Ainsi, chaque année, avec une rapidité dont on ne se fait pas une idée, le paysage fluvial se recrée entre deux bouleversements. D'abord, la montée des eaux que nous vîmes courir entre les pilotis de ces cases qui dominent aujourd'hui le fleuve de huit mètres. Il recouvrait alors la région à perte de vue... », notait Groslier. **Le Tonlé Sap retient puis rend ces eaux avec des milliers de poissons en plus, endémique du grand lac pour certains.** Un quart de la population cambodgienne vit autour du Tonlé Sap. Et pendant la principale saison de pêche qui s'étale du 1^{er} octobre à fin mai, un million et demi de personnes fréquentent le lac et en sortent 5 000 à 6 000 tonnes de poissons. **Ces poissons sont hébergés par une grande variété de milieux complémentaires et juxtaposés : forêts inondées bien sûr avec une véritable mangrove d'eau douce composée d'espèces qui supportent plus de 5 mois d'inondation, mais aussi prairies, terres agricoles, zones humides.** C'est aujourd'hui une des plus grandes réserves mondiales de biosphère classée par l'UNESCO. Parmi les très nombreuses espèces du lac et du fleuve, certaines sont particulièrement spectaculaires comme les raies d'eau douce et les poissons-chats géants.

Le long du grand lac, du grand fleuve ou de leurs affluents, les villages sont flottants ou surélevés et le poisson y est la base, l'essentiel, le rythme des jours et des saisons. C'est **l'apport vital en protéine pour les Cambodgiens, qui consomment chacun plus de 60 kg de poissons par an.** Chaque année, au Cambodge, les pêcheurs capturent 400 000 tonnes de poissons auxquels s'ajoutent 60 000 tonnes de crustacés, coquillages, tortues et autres animaux aquatiques. Mais de plus en plus ces ressources sont menacées par la surpêche pratiquée avec des engins illégaux et par le non-respect de la période de reproduction. Et depuis quelques années, des décalages climatiques et hydrologiques sont notables : en 2015 et en 2016 le niveau du lac a été inférieur de 1 à 2 mètres à ses hauteurs maximales antérieures, réduisant ainsi les zones de reproduction pour les poissons. **Les barrages chinois ont l'avantage de relever les très basses eaux de la saison sèche, mais ils abaissent le niveau de la crue annuelle et réduisent les zones de reproduction.** Les déforestations en cours visant à accroître les surfaces agricoles et urbaines, ont aussi des conséquences déjà notables sur la qualité de l'eau, les sédiments et peut-être même le climat régional.



Affluent du Mékong dans la forêt primaire du Laos.

© Éric Veyssy, Terre & Océan

Puy Lim, autorité du Tonlé Sap, ministère des ressources en eau et de la météorologie

« À partir du 1^{er} novembre, le Mékong baisse de niveau. C'est la saison sèche. L'eau du grand lac du Tonlé Sap revient vers le Mékong : c'est l'inversion des eaux. Le grand lac se vide petit à petit jusqu'à fin avril, début mai. D'où ce double régime hydrologique du lac du Tonlé Sap qui est assez exceptionnel. Tout le monde a le droit de pêcher, il n'y a pas de permis de pêche, sauf pour ce que l'on appelle les lots de pêche (à la sortie du lac vers le Mékong), mis à la vente tous les deux ans. Toutes les vingt minutes, le filet ramène entre 500 kg et une tonne de poissons, tous les jours, 24 heures sur 24, chaque jour pendant la décrue, entre octobre et février ».



Phnom Penh, Cambodge.

© Éric Veyssy, Terre & Océan



Angkor Wat, le plus grand monument religieux du monde, Cambodge

© Éric Veyssy, Terre & Océan

Angkor

Au-dessus du grand lac, les temples et les cités d'Angkor révèlent une époque faste où Angkor Thom fut, du XII^e au XIV^e siècles, 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 jusqu'au delta du Mékong, **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. Des historiens indiquent les signes d'une surexploitation des systèmes d'irrigation et leur envasement suite à des déforestations massives. Au XIV^e siècle, la dendrochronologie atteste aussi de périodes de sécheresse qui pourraient elles aussi avoir contribué à la chute de la civilisation d'Angkor.

Phnom Penh, les prémisses du delta

En aval du grand lac, la capitale du Cambodge est à la confluence de la Tonlé Sap River exutoire du grand lac et du grand Mékong, mais aussi très proche de la défluence majeure du début du delta avec le Tonlé Bassac partant vers l'est, à quelques kilomètres au sud de Phnom Penh. Phnom Penh est ainsi **la capitale aux quatre bras**. À Phnom Penh, le grand fleuve connaît deux pics de crues par an, l'un en juillet, l'autre en septembre. Et chaque année, **à la pleine lune de fin octobre ou début novembre, la grande fête des eaux souligne le renversement des flux avec le début de la vidange du Tonlé Sap**. Cette fête est probablement un vestige culturel de l'époque angkorienne.



Enfants jouant au football dans la boue déposée par le Mékong, Chau Doc, Vietnam.

© Éric Veyssy, Terre & Océan

Chutes sur un affluent du Mékong dans la forêt primaire du Laos.

© Éric Veyssy, Terre & Océan



Les Khmers rouges et l'eau

Dans la capitale moderne et spacieuse qu'est aujourd'hui Phnom Penh, flotte un vague et imperceptible écho du 17 avril 1975 et des jours et années qui suivirent. Difficile d'imaginer l'évacuation brutale et totale d'une grande capitale en quelques heures. Car les Khmers rouges, victorieux après 5 ans de régime totalitaire et de guerre civile, malgré l'accueil initialement favorable du peuple de la capitale, avait décidé le retour à la terre pour tous. Tout était prévu par un noyau d'intellectuels : le Kampuchéa démocratique dans sa quête d'indépendance-souveraineté devait se rendre **« maître de la terre et de l'eau, maître des rizières et des champs, des forêts et toute la végétation »** afin d'augmenter les rendements agricoles. Car **« avec le riz, nous pourrions tout avoir »**, expliquaient-ils, **« l'acier, les usines, l'énergie, les tracteurs »**. Invariablement, les dirigeants Khmers rouges répétaient leur préoccupation : **« Le grand problème est celui de l'eau »**. Inspirés par un proverbe ancien qui disait : **« on fait la rizière avec de l'eau, on fait la guerre avec le riz »**, leur ligne directrice est énoncée ainsi : **« nous avons le Mékong, le Tonlé Sap, beaucoup de rivières, de sources, mais il faut utiliser scientifiquement cette eau, en maîtrisant l'inondation pour établir des réserves d'eau nécessaires en saison sèche. Ainsi nous pourrions faire trois récoltes de riz par an et assurer la parfaite indépendance-souveraineté »**. Pour y parvenir, **« Les paysans doivent se libérer des caprices de la nature et du fatalisme. La technique libératrice doit leur permettre de commander la nature »**. **« Car il s'agit de lutter pour obtenir des victoires contre l'inondation, sur les éléments, sur la nature »**. Afin de régulariser les ressources en eau, diguettes, barrages, canaux et étangs ont été construits de force et au plus vite pendant la saison sèche afin de profiter au mieux de la prochaine crue pour atteindre l'auto-suffisance alimentaire. **Étonnamment, la pêche est restée au second plan** des organisations car manifestement les leaders ne connaissaient pas bien ce secteur. Mais les Khmers rouges ont négligé et même lutté contre les génies des eaux et des terres, contre le bouddhisme mais aussi l'animisme incrusté dans les campagnes, qu'ils voulaient pourtant mettre en valeur. Les paysans leur reprocheront et attribueront à cette faute majeure à leurs yeux, les mauvaises récoltes de la fin des années 1970.



Canaux d'Angkor.

© Éric Veyssy, Terre & Océan

Cuu Long, le delta des neuf dragons

Au Sud Vietnam, neuf bras défluent du grand Mékong rejettent les eaux maternelles et leurs sédiments vers la mer de Chine et forment **une vaste région de près de 60 000 km²**. Entre le golfe de Thaïlande et la partie méridionale de la mer de Chine, ces basses terres sont quadrillées par de multiples canaux quasi-rectilignes. Autant de voies d'eau irriguant **20 millions de personnes dans un espace de production de riz nourrissant une grande partie de la planète**. Le delta du Mékong est le premier delta mondial, en termes d'activités et de productivités : trois récoltes de riz par an, des fruits, des légumes et des céréales, s'ajoutent aux poissons naturels et d'élevage.

Les premiers grands canaux sont l'œuvre des Khmers d'Angkor dont l'organisation et l'influence se propageaient jusqu'à la mer dès les premiers siècles de notre ère. Plus récemment, lors de la colonisation française, les surfaces cultivées ont été multipliées par quatre entre 1880 et 1930 au détriment des forêts et des zones humides naturelles. Avec l'intensification de l'agriculture moderne, les récoltes annuelles de riz ont été dupliquées entre les années 1960 et 1970, puis triplées ces dernières années. La production de café a été, elle, multipliée par douze depuis 1985. Et l'aquaculture a progressé de 161 % depuis 1990. Ces dernières années, le « Doi Moi » ou « politique du renouveau » a engagé le Vietnam, ses métropoles économiques et ses deux grands deltas dans un processus d'urbanisation. Ainsi **au cœur du delta, Can Tho a vu sa population multipliée par cinq en 20 ans seulement**, emblématique de l'augmentation de population particulièrement notable sur les villes frontalières avec le Cambodge. Les campagnes prennent désormais des allures de villes devenant des pôles économiques dits « rurbains ».

La contrepartie de ces évolutions est bien entendu la dégradation des milieux naturels. Les forêts de mangrove initiale ont été très vastement détruites par l'armée américaine avec les épandages massifs « d'herbicides arc-en-ciel » incluant le trop célèbre agent orange pendant plus de 10 ans entre 1961 et 1971. Depuis, les mangroves ont vu leurs étendues réduites encore par l'avancée des cultures et des élevages terrestres et aquatiques. La qualité des eaux s'est elle aussi dégradée. D'autant que le régime hydrologique est désormais dépendant des barrages hydro-électriques en amont, en Chine et au Laos, qui réduisent les crues et induisent une **salinisation plus forte et se propageant plus loin à l'intérieur des terres du delta**, accentuée par la lente élévation du niveau marin (3 mm/an).

Perspectives climatiques

La question de l'avenir climatique sur l'ensemble du bassin du Mékong est au cœur des préoccupations actuelles. L'irrégularité croissante des pluies se superpose aux impacts des aménagements des pays en amont. Les modèles climatiques indiquent une tendance globale à l'augmentation des pluies, avec surtout des périodes de pluie plus courtes, et en conséquence plus intenses. En saison sèche, le niveau de l'écoulement augmenterait aussi en raison de la fonte des glaciers en amont mais aussi de séquences ponctuelles d'orages dues à des masses d'air très humides provenant

d'évaporations massives en mer de Chine. En 2014, des crues inédites ont provoqué de véritables inondations au cœur de la saison sèche... Et en aval, l'élévation du niveau marin et les phénomènes extrêmes menacent de s'amplifier. **Le Mékong et son delta poursuivent ainsi leurs trajectoires entre traditions, croissance économique et inquiétudes hydro-climatiques.**

Éric Veyssy,

Auteur-réalisateur des documentaires

« Mékong : barrages, climat et biodiversité », Terre & Océan, 2017 (chaîne YouTube Terre & Océan).

et « Delta du Mékong, le delta des 9 dragons », Terre & Océan, 2019 (chaîne YouTube Terre & Océan).



Brulis pour cultures, delta du Mékong, Vietnam.

© Éric Veyssy, Terre & Océan

Références principales :

- *Eaux et lumières - Journal du Mékong cambodgien*, Georges Groslier, La Bibliothèque, 1931.
- *Cambodge année 0*, François Ponchaud, éditions Kailash 1977.
- *Vietnam : les nouveaux territoires d'une modernisation inégale*, Christophe Gironde et Olivier Tessier, Hérodote, 2015.

Poissons capturés lors de pêches sur le lac du barrage de Nam Theun 2, Laos. © Éric Veyssy, Terre & Océan





Chutes Hakou sur le fleuve jaune. © Taken by Fanghong, Wikipedia

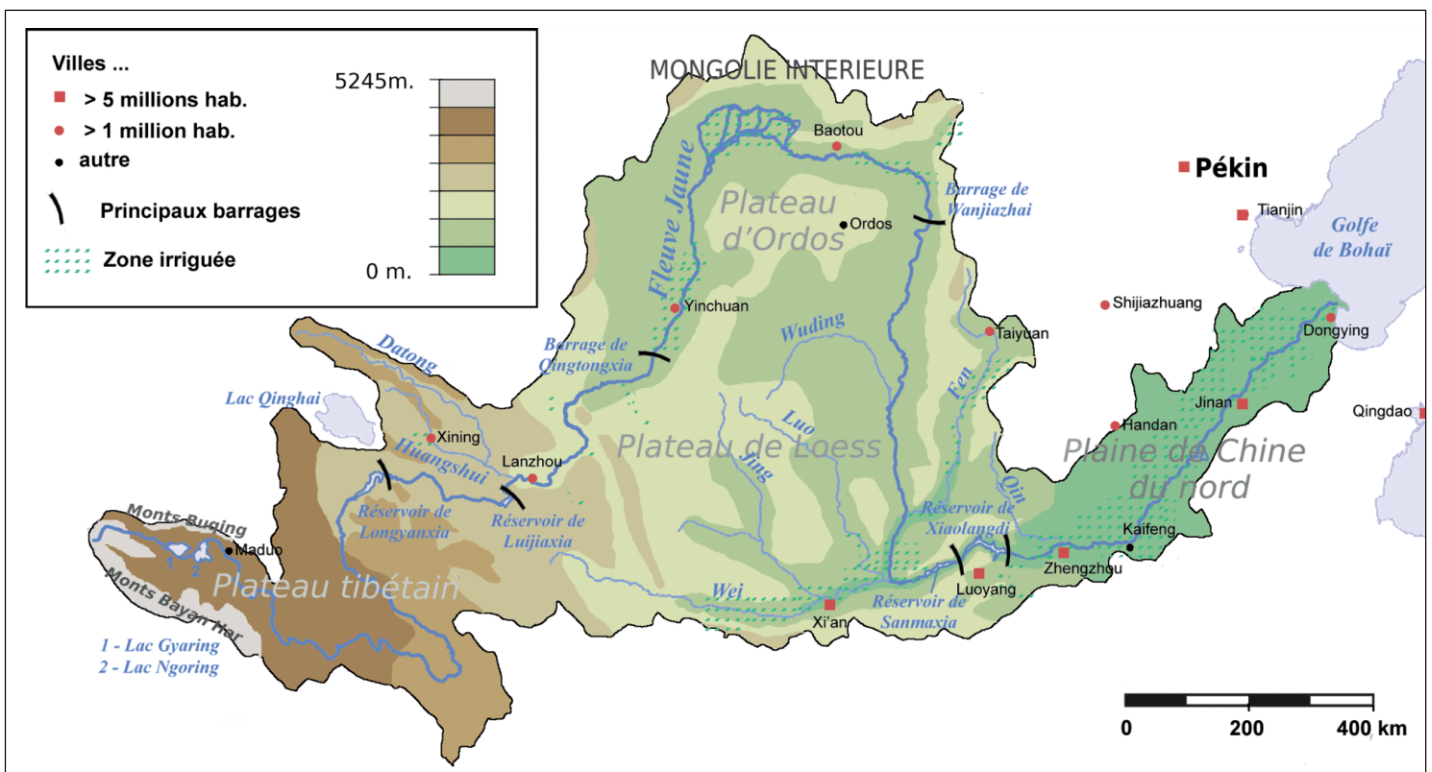
en moyenne avec au final 900 millions de tonnes de sédiments exportés jusqu'à la mer chaque année. Et pourtant, ce fleuve est régulièrement exsangue et certaines années, il n'atteint plus la mer pendant plusieurs mois en hiver. Ce déficit temporaire, accentue ses problèmes de pollution, notamment par les métaux lourds déversés par les industries chimiques et pharmaceutiques installées sur les bords du fleuve. La ville moyenne de Shizuishan (552 000 habitants en 2023) située à la moitié de ses 4 667 km, est ainsi considérée comme l'une des villes les plus polluées au monde.

En Chine, tout est plus grand !

Les questions d'eau en Chine sont à l'échelle de l'**immensité du territoire** le plus peuplé au monde rassemblant 18 % de la population mondiale, mais avec seulement 7 % de l'eau douce mobilisable. Les surdimensionnements se lisent déjà dans les phénomènes extrêmes des crues historiques qui ont souvent été gigantesques en ampleur et en dévastations. Ainsi, en 1855, la crue du fleuve jaune brisa ses digues, détournant le cours du fleuve de quelque 800 km vers le nord. Les inondations furent en conséquence catastrophiques anéantissant l'économie agricole de la région. Au siècle suivant, en septembre 1931, les crues généralisées du fleuve jaune, du Yangzi Jiang et de la Huai He, firent **directement plus de 150 000 morts et indirectement 3,7 à 4 millions de morts** par les épidémies générées par les eaux stagnantes. Les écarts sont également grands entre les années, les décennies et les territoires. **Ainsi, les grands dégâts de la crue de 1931 arrivèrent après 3 années de sécheresses de 1928 à 1930** suivies d'un hiver neigeux

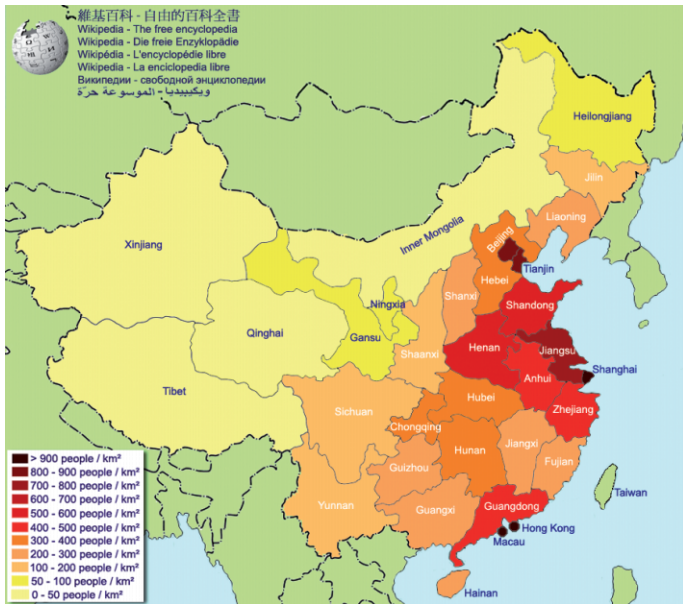
La maîtrise de l'eau fondatrice

En Chine, il y a un proverbe qui dit : « qui gouverne l'eau gouverne la Chine ». Et logiquement, **le mythe fondateur de la nation chinoise repose sur la maîtrise des crues** du fleuve jaune (Huang He, littéralement « le fleuve du paon ») en particulier. Il y a plus de 2 000 ans, la civilisation chinoise serait ainsi **née au confluent du fleuve jaune et de son affluent le Wei He**, puis elle s'est développée le long de son cours. Issu du plateau des loëss du désert de Gobi, le fleuve jaune doit son nom à l'énorme charge de limons provenant des érosions éoliennes et hydriques. Ses eaux portent 37 g/l



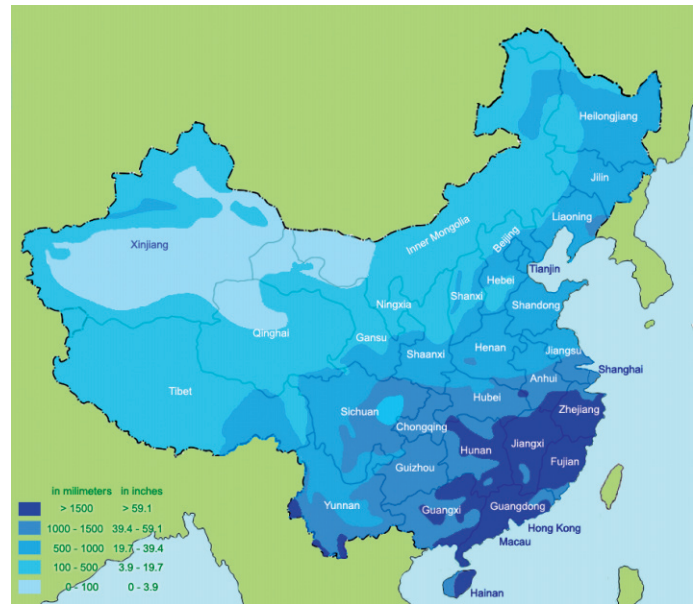
Bassin versant du fleuve jaune.

© Pline, Wikipedia



Densité de population.

© Sadhanakere, Wikipedia



Carte des précipitations.

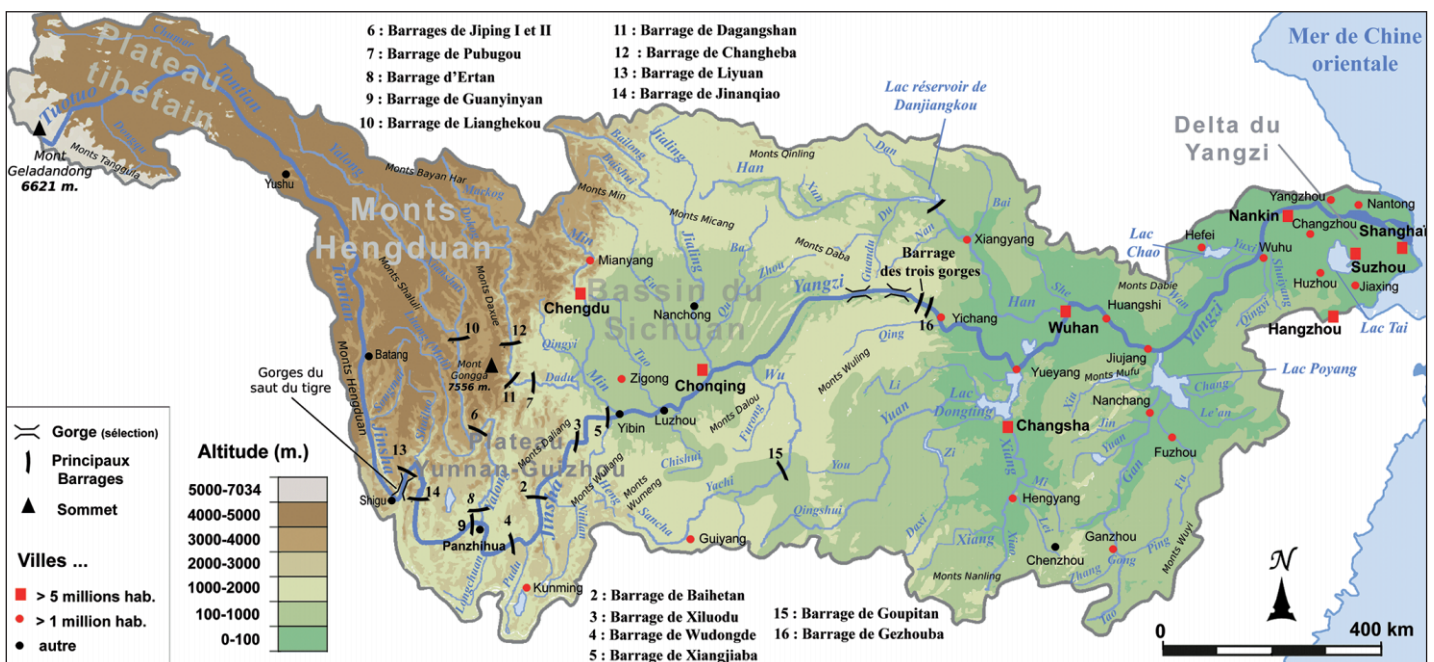
© Wikipedia

puis d'intenses pluies printanières et estivales. Quelques années plus tard, l'eau et les divagations des fleuves vont devenir un terrible outil de guerre. En 1938, au cours de la guerre sino-japonaise, l'armée chinoise, cherchant à empêcher l'invasion japonaise, dynamita les digues du Huang He situées à l'ouest de Kaifeng et détourna ainsi le fleuve de son lit, provoquant une immense inondation qui va recouvrir jusqu'à 50 000 km² et faire 1 million de victimes et 12 millions de sans-abris. Toutes ces catastrophes hydro-climatiques et humaines ont engendré les projets de contrôle des fleuves, encore en œuvre aujourd'hui.

L'empire du grand écart

Outre les percussions hydro-climatiques, les écarts de ressources en eau sont grands entre le Sud bien arrosé et le Nord aride. Le volume par habitant en Chine est en moyenne de 2 740 m³/hab/an (knoema.fr 2019), ce qui semble relativement confortable en rapport avec les 1 500 m³/hab/an

généralement considérés comme le seuil en dessous duquel, il est difficile d'assumer toutes les activités d'un pays développé : eau potable, agriculture, industries, énergie. Mais l'empire du milieu est marqué par une grande disparité géographique : la Chine du Sud détient 80 % des ressources en eau pour 55 % de la population, alors que la Chine du Nord n'a que 20 % de l'eau disponible pour 45 % de la population, avec une moyenne de 525 m³/hab/an de ressource renouvelable. Ce chiffre descend même à 328 m³/hab/an pour Pékin et ses 21,3 millions d'habitants et 129 m³/hab/an à Tianjin et ses 13,8 millions d'habitants. Les contrastes Nord-Sud peuvent être ponctuellement exacerbés : il peut arriver que les régions du Nord vivent une sécheresse au moment où le Sud est inondé. Au Nord, les précipitations sont toujours rares malgré les 35 000 personnes affectées à « l'ensemencement des nuages » pour provoquer la pluie. Démarré en 1958, ce programme utilise des canons militaires et des avions. Si les bombardements



Bassin versant du Yangzi Jiang.

© Pline, Wikipedia



des nuages provoquent des **pluies artificielles**, le résultat reste jusque-là discutable au niveau de la qualité de l'eau retombée et semble surtout insuffisant pour résoudre le problème quantitatif.

Des villes en sursis permanent

Plusieurs dizaines de grandes villes chinoises se trouvent dans une situation critique avec pour 164 d'entre elles des limitations de l'utilisation de l'eau. **Les eaux souterraines**, principale source d'approvisionnement pour 310 villes et qui **représentent globalement un tiers des eaux urbaines consommées souffrent d'une exploitation excessive.**

L'eau souterraine est également utilisée par les industries et l'agriculture pour respectivement un quart et la moitié de leurs consommations. Plusieurs villes subissent des affaissements du sol, particulièrement nets autour de la ville de Shijiazhuang (province du Hebei) sur une zone de 200 km, proche de Pékin qui connaît également ce phénomène avec un rythme 10 à 20 mm/an. Ces enfoncements différentiels du sol favorisent les fuites de réseau qui constituent une perte moyenne de 60 % dans le pays. Le prix bas entraîne aussi beaucoup de gaspillage, mais surtout la qualité de l'eau distribuée laisse bien souvent à désirer. Le commerce d'eau minérale y trouve comme ailleurs une opportunité commerciale. Et dans les campagnes, plus de 300 millions de Chinois n'ont pas encore accès à l'eau potable. En 2005 déjà, Qui Baoxing, vice-ministre de la Construction déclarait : **« la Chine est en train de vivre la crise la plus sérieuse et la plus urgente du monde »**. C'est particulièrement le cas dans le Nord. Pour les villes côtières, le dessalement de l'eau de mer est devenu une alternative pouvant couvrir jusqu'à un quart des besoins pour certaines. Globalement, 3 millions de mètres cubes d'eau sont dessalés chaque jour dans le pays, avec des transferts de ces eaux dessalées vers des villes intérieures comme c'est le cas pour Pékin.

Le Yangzi Jiang en secours

Le Yangzi Jiang est connu en Chine sous le nom de Chang Jiang ou « long fleuve ». Avec 6 380 km, de sa source à Galadindong (5 345 m d'altitude) à Shangai en passant par les spectaculaires gorges du Saut du tigre, et les nombreuses villes dont Wuhan, Yangzhou (à l'origine du nom « européen » du fleuve) ou Nanking, le Yangzi Jiang est en effet le plus long

fleuve d'Asie et le quatrième au niveau mondial, très proche des autres géants le précédent (Amazone, Nil, Mississippi). Il est le troisième fleuve du monde en débits avec 31 900 m³/s et en superficie de bassin versant avec 1 800 000 km² derrière l'Amazone et le Congo pour ces deux critères. Lors de ses expéditions archéologiques de 1909 à 1914, Victor Segalen écrivait à son sujet : *« c'est le destin de tous les grands fleuves que d'être unique au monde, et chacun pour lui sans jamais pouvoir en toucher d'autres autrement que pour l'absorber. Le fleuve, même si proche, ignore tous ses congénères. Il ne se sépare de l'immense nappe souterraine que pour couler aussitôt une âpre vie singulière, isolée par des barrières que*



Premier coude du Jinsha (cours supérieur du Yangzi Jiang) à Shigu dans la province du Yunnan.

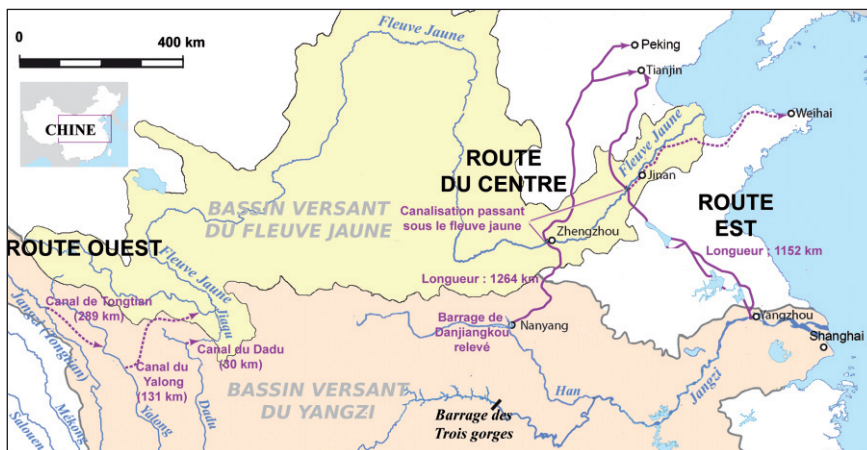
© Jialiang Gao www.peace-on-earth.org, Wikipedia

jamais son Génie ne surmontera, et de là, on sait vers quel néant marin il se dissout... » Unique et providentiel est bien le Yangzi Jiang pour la Chine. **Avec 40 % de l'eau du pays, il constitue la ressource essentielle se déclinant en production agricole avec 70 % du riz du pays, en énergie** avec de très nombreux barrages dont bien sûr celui des Trois Gorges, le plus grand du monde.

Nan Shui Bei Diao = « Eaux du Sud coulent au Nord »

La Chine n'a pas peur du temps long et des projets gigantesques. Les grands travaux de canaux et de transferts ont commencé dès le v^e siècle av. J.-C. avec le Grand Canal de Chine qui sera achevé 1 800 ans plus tard en 1368 : de 1 794 km de Yangzhou à Pékin. Plus récemment, **en 1952, Mao Zedong fit la remarque suivante : « l'eau du Sud est abondante, l'eau du Nord rare. Dans la mesure du possible, l'emprunt d'eau serait bon. »** Aussitôt, le service des eaux de la Chine commença les études et plus tard la planification des **trois routes de transferts d'eaux sud-nord**, prévoyant

l'achèvement en 2050. **C'est la route de l'Est qui en 2002 a ouvert le feu, suivie en 2004 par la route centrale.** La route de l'Est est la seule achevée aujourd'hui avec de l'eau amenée jusqu'à Tianjin et Pékin, mais soumise à d'importantes pollutions le long de son parcours. Celle de l'Ouest est plus coûteuse, car située dans une région de hautes montagnes, elle nécessitera de très grands barrages et des longs canaux souterrains. Elle n'a pas encore vraiment commencé. De même pour les projets encore confidentiels et potentiellement conflictuels de détournements des eaux du Mékong, du Brahmapoutre ou de la Salouen, concernant aussi d'autres pays en aval...



Les trois routes du projet de transferts d'eau sud-nord.
© Maximilian Dörrbecker (Chumwa), Wikipedia

L'eau, élément « industriel »

La Chine est le premier bâtisseur d'ouvrages hydro-électriques dans le monde avec aujourd'hui plus de 22 000 grands barrages (plus de 20 mètres de haut et retenues de plus de 15 millions de mètres cubes) sur son territoire dont le plus haut barrage du monde de 314 mètres à Shuangjankou achevé en 2022 sur la rivière Dadu, affluente du Yangzi Jiang. Et avec le barrage des Trois Gorges haut de 185 mètres, la Chine a construit, sans aucune aide internationale, **la plus grande centrale hydroélectrique du monde.** Les Trois Gorges et les multiples autres barrages le long du Yangzi Jiang et de ses affluents ont des répercussions considérables. En amont, l'inondation a englouti 1 300 sites historiques et archéologiques, supprimé 600 km² de terres agricoles et de forêts et provoqué le déplacement forcé de plus de 1,8 million d'habitants (précédent record : 300 000 habitants en Chine du Nord) avec des compensations très insuffisantes de l'État. En aval, le grand obstacle bloque les deux tiers des écoulements sédimentaires fertilisants pour les plaines et structurants pour le delta, désormais d'autant plus soumis aux risques d'érosion et de recul. Et la modification du régime hydrologique entraîne **des remontées salines plus à l'intérieur du delta** et d'importantes dégradations de la faune et de la flore. **Au xx^e siècle, le Yangzi était encore l'habitat d'une biodiversité très élevée avec 332 espèces de poissons recensés. Mais en janvier 2020, l'emblématique espadon de Chine** ou spatulaire chinois, espèce potamodrome (migration en eau douce) et anadrome (migration vers l'amont) pouvant atteindre la taille de 7 mètres, **a été déclaré éteint** selon les critères de l'UICN

(Union internationale de conservation de la nature). On en pêchait pourtant régulièrement jusque dans les années 1970 mais la dernière observation datait de 2003.

Au final, s'il fait partie des éléments majeurs de la confiance et de la fierté nationale, le barrage des Trois Gorges ne résout que partiellement le problème de l'approvisionnement électrique de la Chine. Sa production annuelle de 85 TWh correspond à environ 3 % d'une consommation nationale en constante augmentation, alors que les plans originaux prévoient d'en couvrir 10 %. En contrepartie, **le Yangzi est devenu le fleuve le plus pollueur du monde pour les océans**, avec notamment un déversement annuel de **1,5 million de tonnes de plastique, soit 15 à 20 % des apports de plastique par tous les fleuves de la planète.** Et ces dernières années, même sa stabilité a fait l'objet de controverses... La Chine qui compte plus de 98 000 barrages, n'en continue pas moins de participer et d'impulser des constructions de nouveaux barrages sur son territoire et dans de multiples pays partenaires.

Éric Veyssy

Extrait de la série de cours-formation
« Fleuves et eau, entre nature et société »,
Terre & Océan, université du temps libre

Références :

- *Les ressources en eau et leur gestion en Chine*, Zongxia Cai, *Géocarrefour*, Vol. 79/1 | 2004, 35-40.
- *La Chine, l'eau et ses voisins : aperçu des pénuries en eau annoncées du XXI^e siècle*, Alexandre Heim, IRIS, 2010.
- *La Chine, en guerre contre le « dragon jaune »* documentaire de Thierry Berrod, 2016
- *Un grand fleuve* Victor Segalen, Éditions Sillage, 1912.

Point de départ de la route du centre près de Nanyang dans le Henan.

© Nsbdgc, Wikipedia



Activités de



Sciences et histoire des environnements



© Eric Veyssy, Terre & Océan



© SABOM



© Eric Veyssy, Terre & Océan

Table ronde journaliste/élus/gestionnaires/
médiation scientifique et socio-économique
dans le cadre du projet « La Garonne commence ici ».

EAU
SOLS
SANTÉ
CLIMAT
OcéAN
FLEUVE
MONDE
ÉNERGIE
LITTORAL
GÉOLOGIE
PRÉHISTOIRE
BIODIVERSITÉ
ÉCO-CITOYENNETÉ
DÉVELOPPEMENT DURABLE

Pour les groupes et les individuels :

Élus et Gestionnaires,

Professionnels,

Scolaires et Étudiants

Grand Public

(cf. nouveau livret d'activités)

www.terreetocean.fr

ATELIERS
BALADES
CONSEILS
CROISIÈRES
MAGAZINES
PUBLICATIONS
CONFÉRENCES
CLUBS NATURE
DOCUMENTAIRES
COURS ET FORMATIONS
ACTIONS PÉDAGOGIQUES
ACCOMPAGNEMENT À LA
TRANSITION ENVIRONNEMENTALE



© Clémentine Renneville, Terre & Océan

À l'Aquaforum (Bègles)

Terre & Océan
vous accueille



© Terre & Océan

À la Maison du Patrimoine
Naturel du Créonnais (Sadirac)

Terre & Océan - 1, rue Louis Blériot 33130 BÈGLES - Tél. 05 56 49 34 77 - contact@terreetocean.fr

