



Atlas environnemental de Loire Estuaire

Planche N°1 février 2000

Les mouvements

LA LOIRE ET SON ESTUAIRE QUEL FONCTIONNEMENT AUJOURD'HUI ?



PRESENTATION DE L'ATLAS ENVIRONNEMENTAL

L'atlas environnemental de Loire Estuaire est une publication particulière constituée d'une série de "planches" thématiques qui seront éditées régulièrement sur une période de 6 ans.

- 1. Les mouvements
2. La dynamique de la vie
3. L'environnement humain

Ces planches contribuent à donner une vision synthétique originale du milieu et de son évolution.

La Planche n° 1 se rattache à la lecture 1 "les mouvements". En 6 modules, au travers de grandes définitions et des références communes, elle rassemble des éléments simples de compréhension du fonctionnement de la Loire et de son estuaire :

- La géologie et la géographie : MODULE 1 = UNE GEOMETRIE CONTRAINTE
La transformation depuis un siècle : MODULE 2 = UNE GEOMETRIE SIMPLIFIEE
Les conditions hydrauliques et sédimentaires à l'amont : MODULE 3 = LE FLEUVE
Les conditions marines à l'aval : MODULE 4 = L'OCEAN
Le module 5 = NI FLEUVE NI OCEAN : L'ESTUAIRE, expose les grands champs de variabilités induites par les conditions précédentes.

LA LOIRE ET LES AUTRES...

Si la modestie de l'altitude de la source de la Loire la place derrière la Garonne, la longueur de son cours en fait le plus long fleuve de France.

Table comparing Loire, Garonne, and Seine rivers in terms of source altitude, basin length, surface area, tidal range, and extension.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Pour établir cette planche, de nombreux ouvrages ont été consultés, parmi lesquels : ANONYME, 1900 ; BÉCOUD et DHI, 1998 ; BELLISSORT B. et MIGNOT C., 1983 ; BERNARD J., 1996 ; CÉZANNI et LEFORT, 1901 ; DUNN R., 1934 ; DIENEN de bassin Loire Bretagne, 1988 ; GALLENE B., 1974 ; GIBERT, 1940 ; GOREBORV V., 1901 ; JOURD' H., 1897 ; KAUFMANN, 1915 ; LE DOUARIC F., 1978 ; MANICKAM S., 1983 ; MIGNOT C., 1993 ; MORZADÉC KERFOURN MT., 1974 ; OTTMANN E. ALIX Y., LIMASSET O., 1968 ; PANSN, 1999 ; SABLIERES ANGEVINIS REUNIS, 1993 ; SCHULE C. A., 1993 ; SIREM, 1989 ; VOLMET, 1925.

EDITION, CONCEPTION ET REDACTION

Edition, conception et rédaction : Cellule de Mesures et de Bilans 22 rue de La Tour d'Auvergne 44 200 Nantes TEL : 02 51 72 93 65 - FAX : 02 51 82 35 67 MEL : CELL.LOIRE@nantes.fr

1 UNE GEOMETRIE CONTRAINTE

RELIEF ET GRANDES FAILLES GEOLOGIQUES



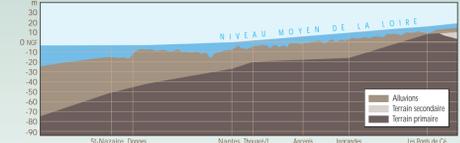
Quand la Loire atteint Angers et le Massif Armoricain, elle a déjà parcouru 860 km à travers le Massif Central et le Bassin Parisien.

Nazaire. La forme de la vallée est dictée par la nature plus ou moins dure des roches et l'orientation des accidents tectoniques tels que failles et voûtures, suivant trois séquences :

abruptes comme à Champcoceaux. Au niveau des vals, le lit s'est séparé en plusieurs bras isolant de nombreuses îles aujourd'hui ressoudées.

rocheux émergent, alignés suivant la direction générale des failles, forment des goulets étroits qu'emprunte le lit maintenant unique du fleuve : Port-Launay - Le Pellerin, Donges - Painboeuf et Saint-Nazaire - Mindin.

PALEOLIT ET REMPLISSAGE SEDIMENTAIRE



2 UNE GEOMETRIE SIMPLIFIEE

Le type "estuaire à barre" qu'illustrait la Loire jusqu'en 1890 se caractérise par l'importance de la sédimentation avec vaste développement des vasières, par une grande largeur et une faible profondeur.

le même chemin, assurant ainsi l'autocurage du chenal de navigation, d'importants travaux de dragages, déroctages et d'endiguements furent réalisés à partir de 1903.

Navigation délicate aussi en Loire fluviale où les déplacements imprévisibles des sables poussés par les crues et les disettes d'eau pendant l'été, formaient autant de pièges.

La liaison des parties marine et fluviale, de Nantes à Oudon, fut aménagée à partir de 1915 par le creusement du "bassin de marée", afin d'amplifier la propagation de l'onde de marée vers l'amont.

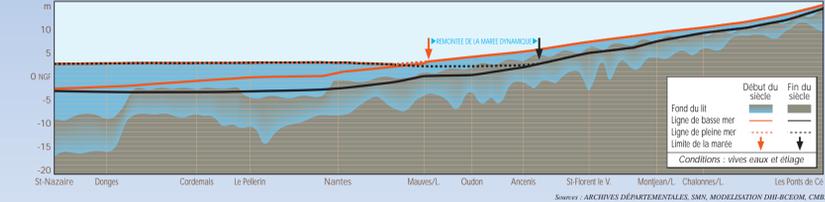
En aval de Nantes, pour que les courants de flot et les courants de jusant empruntent

Table showing quantities extracted over a century: Amont de Nantes (90), De Nantes à Saint Nazaire (332), Chenal extérieur (46).

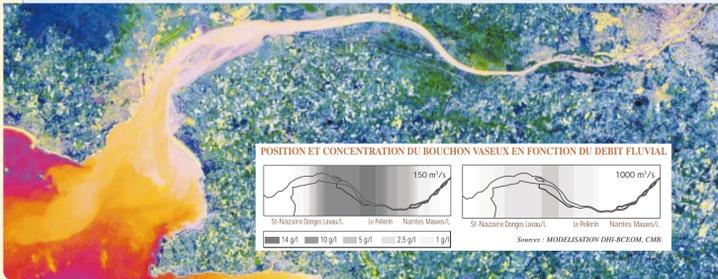
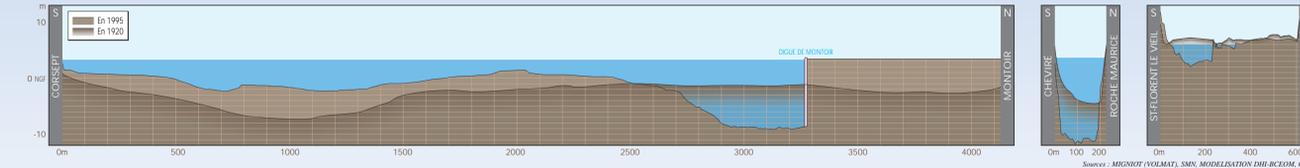
C'est en août 1889 que pour la première fois, les basses mers à Nantes et à Saint-Nazaire ont atteint la même cote.



EVOLUTION DE LA PROFONDEUR DU LIT ET DES LIGNES D'EAU DEPUIS UN SIECLE



EVOLUTION DE LA MORPHOLOGIE DU LIT



A PANACHE SEDIMENTAIRE LE 21/09/1998 - B.M. de V.E.(coef. 89) et débit d'étiage (218 m³/s)

Tout le fonctionnement de l'estuaire est le fruit complexe de combinaisons instantanées et variables des conditions fluviales à l'amont et océaniques à l'aval.

de vives eaux et étiage fluvial, soit à la vitesse moyenne de 10m/s. En mortes eaux et étiage, cette vitesse peut doubler.

La marée dynamique. Actuellement, le point extrême d'extension de l'onde de marée se trouve à 5 km au-dessus d'Ancenis ou à 95 km de Saint-Nazaire, soit 24 km plus en amont qu'au début du siècle.

Les déplacements de la masse d'eau ou volume oscillant, dépendant de l'amplitude de la marée et du débit fluvial, diminuent en fonction de la distance à l'embouchure.

Au passage de l'onde de marée, la surface de l'eau est soumise à un mouvement vertical ascendant puis descendant, retardé dans le temps suivant la progression de l'onde vers l'amont.

La marée de salinité. La dilution des eaux salées marines par les eaux douces fluviales n'est pas toujours homogène de la surface au fond au long de l'estuaire et suivant la période.

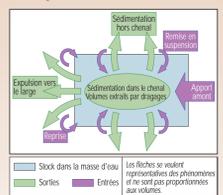
5 NI FLEUVE NI OCEAN : L'ESTUAIRE

1953. A ces variations saisonnières du front de salinité, se superposent des déplacements journaliers au gré des marées, le trajet parcouru entre la basse mer et la pleine mer augmentant quand le débit fluvial décroît.

Le piège à sédiments. Dès que les eaux fluviales sont freinées par la marée dynamique, le piège commence à fonctionner et amplifie au fur et à mesure que le régime proprement estuarien s'accroît.

Mouvement de va et vient des masses d'eau. En début fluvial moyen, le lâcher du flot/jour 1, jour 51, jour 51, jour 58, jour 4, jour 70.

Le bilan sédimentaire. Quel bilan sédimentaire ? Exposition vers le large, Stock dans la masse d'eau, Sédimentation dans les chenaux, Sédimentation hors chenaux, Retenu en suspension, Apport externe, Entrées, Sorties.

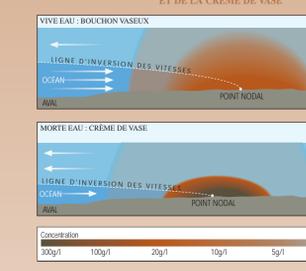


point nodal. Les particules sédimentaires, jusque-là maintenues en suspension s'agglomèrent sous forme de flocons et tombent sur le fond à la faveur des étapes de basse mer.

Le bouchon vaseux est présent en période de vives eaux, quand les courants créent une forte agitation des eaux et que les étales sont courts. Il peut osciller d'une vingtaine de kilomètres au cours d'une même marée.



FORMATION DU BOUCHON VASEUX ET DE LA CREME DE VASE

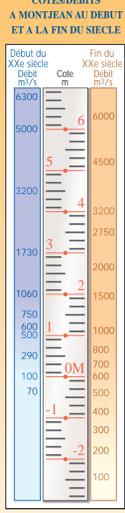


Concentration. 300g/l, 100g/l, 50g/l, 20g/l, 10g/l.

La crème de vase ne se forme qu'en mortes eaux, quand les courants atténués et la durée accrue des étales favorisent le dépôt des sédiments du bouchon vaseux.

3 LE FLEUVE

CORRESPONDANCE COTES/DEBITS A MONTJEAN SUR LE DEBUT ET A LA FIN DU SIECLE



La Loire a rassemblé les eaux et lessivé les sols d'un bassin versant de 109 930 km² soumis à de multiples conditions climatiques qui lui confèrent un régime hydrologique et sédimentologique complexe, quand elle arrive à Montjean.

VARIATION DES DEBITS DE LA LOIRE A MONTJEAN SUR 129 ANS

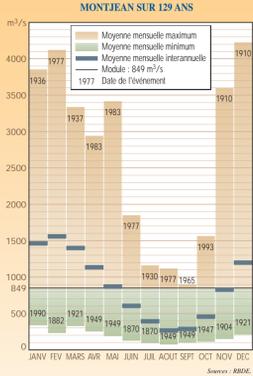


Table showing discharge module and flux at Montjean for different years (1987, 1988, 1989).

Néanmoins, l'immodération (écart du module de mois le plus humide à celui du mois le plus sec) différencie peu la Loire de la Seine et de la Garonne.

Des creusements se sont produits à l'amont : dans certaines sections du fleuve, le niveau de la ligne d'eau d'étiage est maintenant plus bas (2 m en moyenne) que le fond du lit voisi un siècle.

La première, dissoute dans l'eau, se compose essentiellement de sels minéraux. Le flux ainsi transporté est le plus important tant en poids, plusieurs millions de tonnes/an, que par son rôle vis à vis de la vie estuarienne et côtière.

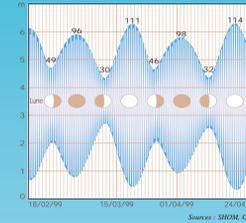
4 L'OCEAN

La latitude tempérée de 47° 15' N, l'embouchure de la Loire se situe sous le régime général des vents d'Ouest dont dépendent les mouvements des eaux superficielles océaniques, mouvements qui se retrouvent localement modifiés par la présence du plateau continental et l'orientation des côtes.

Le cycle de marée, sur la façade atlantique, dure 12 h 25 mn. Au large, elle est symétrique mais à Saint-Nazaire, la marée montante en vives eaux dure moins longtemps que la marée descendante.

l'amplitude théorique de la marée varie à Saint-Nazaire de 1,90 m par coefficient de 35 (mortes eaux) à 6 m par coefficient de 115 (vives eaux).

VARIATION DES MAREES A SAINT-NAZAIRE



Ces niveaux ne sont pas affectés par les débits de la Loire. Par contre, la pression atmosphérique et surtout les vents modifient de manière non négligeable les niveaux d'eau en générant des décoches ou des surcotes.

L'ouverture de l'estuaire vers l'O-S-O rend celui-ci particulièrement sensible aux houles et aux vagues qui, pour 80% d'entre elles, proviennent de cette direction.

En se brisant sur les hauts fonds, elles créent une forte agitation et de la sorte, les eaux claires du large se chargent de sédiment à l'approche des côtes.



150 milliards de m³, soit 6 fois plus que le flux apporté par la Loire. Cette "reprise" sédimentaire, dont l'estimation exacte est délicate (1 million de tonnes/an ?), souligne l'importance des transports solides dans les échanges avec la mer.

Au 1er janvier 1996, le 0 hydrographique des cartes marines (0 CM), jugé trop haut par rapport au niveau des plus basses mers jamais enregistré, a été recalé pour l'ensemble de l'embouchure de la Loire par abaissement de 0.40 m.

6 LE REEQUILIBRAGE NECESSAIRE

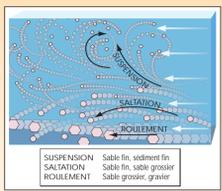
Dans le cadre du Plan Loire Grandeur Nature de janvier 1994, les Collectivités locales et l'Etat ont décidé de mener des études prospectives par modèles mathématiques afin de rechercher les solutions permettant de palier les conséquences de l'extension de l'estuaire vers l'amont et de l'abaissement des lignes d'eau en Loire fluviale.

De Nantes à Saint-Nazaire, l'étude du rééquilibrage de l'estuaire, dépendant entre autres du devenir de la partie fluviale, demande à être poursuivie.

EVOLUTION PROSPECTIVE DES FONDS



MODES DE TRANSPORT DES SEDIMENTS



Source : OTTMANN