



## Les mouvements

Les eaux fluviales

# Les apports d'eau douce dans l'estuaire

# Les apports d'eau douce dans l'estuaire

## Résumé

Depuis l'année hydrologique 1996-97, fortement déficitaire, les apports annuels d'eau douce n'ont cessé de croître, passant de 18 à 45 milliards de m<sup>3</sup>. Toutes les entrées sont concernées. Toutefois, la part relative de la Loire aux Ponts-de-Cé diminue au bénéfice des affluents.

Cette augmentation annuelle est due plus aux apports hivernaux qu'à des étiages moins marqués, lesquels varient peu. Les plus fortes variations d'une année sur l'autre sont enregistrées au printemps.

La chronique des 21 années d'enregistrement des débits à Montjean présente trois séquences de 7 ans chacune, dont les deux dernières sont remarquables par leur homothétie. L'année 1989-90 est la plus déficitaire et l'année 1982-83 la plus excédentaire.



## Objectif définition

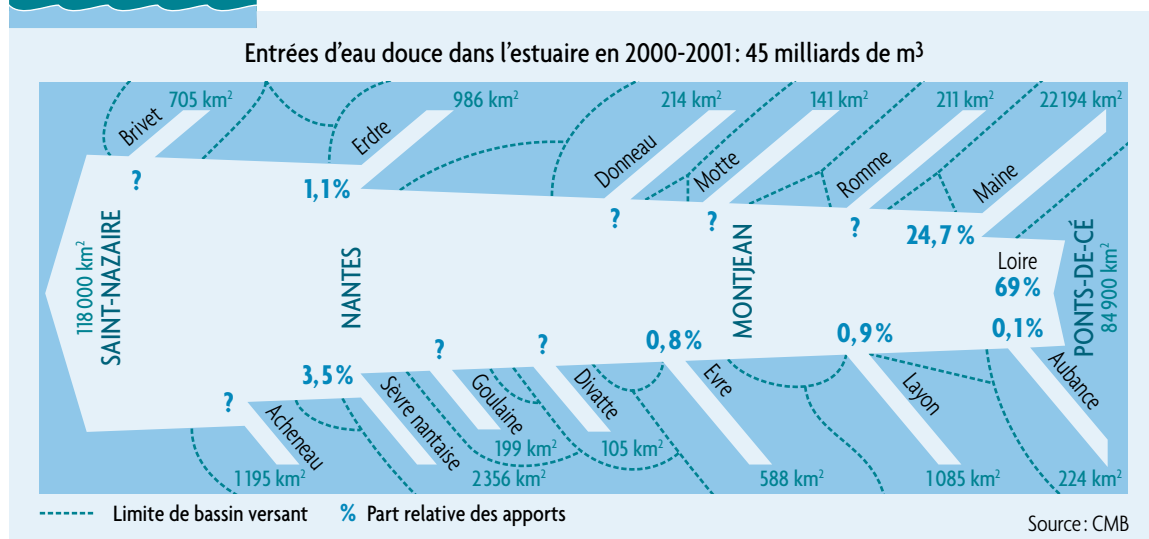
L'ampleur et la répartition des caractéristiques et phénomènes chimiques et biologiques dans l'estuaire dépendent des quantités d'eau douce, d'origine continentale, qu'y apportent la Loire et ses affluents. Ces quantités sont éminemment variables au cours de l'année et d'une année sur l'autre, et contrairement aux quantités d'eau salée apportées par la marée, ne peuvent être prévues à l'avance. Le régime des pluies, lié aux évolutions climatiques, et la nature du substrat géologique du bassin versant sont les deux facteurs majeurs qui déterminent dans le temps et dans l'espace la distribution des écoulements superficiels.

Sur la partie strictement fluviale de la Loire, des Ponts-de-Cé à Ancenis, les quantités d'eau douce et leurs variations parfois brutales, provoquent le modelage incessant du lit vif par dépôt et érosion, et conditionnent la répartition des êtres vivants sur l'ensemble du fond de vallée suivant la fréquence des submersions. Les apports des petits affluents, souvent simples rus qui débouchent en pieds de coteaux dans des annexes hydrauliques (les boires) activent un fonctionnement écologique particulier et participent pour une grande part à la qualité reconnue du milieu.

Plus en aval et jusqu'à la mer, les apports latéraux des affluents sont négligeables et souvent contrôlés. Les eaux rassemblées dans la Loire sont confrontées au phénomène de la marée. En année moyenne, le volume total des eaux douces déversées dans l'estuaire est évalué à 25 milliards de m<sup>3</sup> – presque un cube de 3 km d'arête – soit 5 à 6 fois moins que le volume d'eau salée qui entre et sort de l'estuaire à la faveur de la marée. Malgré cette faiblesse relative, les eaux douces induisent les lois de fonctionnement de l'estuaire: conjugaison physique, dilution chimique et en conséquence, adaptabilité biologique.

**L'eau douce apportée par la Loire et ses affluents reste stockée dans l'estuaire en quantité et en durée variables suivant les conditions hydrologiques.** D'après des études menées entre 1976 et 1981, ce volume stocké variait de 117 millions de m<sup>3</sup> en étiage et vives eaux, à 230 millions de m<sup>3</sup> en crue (5000 m<sup>3</sup>/s), entraînant des temps de renouvellement de l'eau douce respectivement de 19,3 et 0,5 jours, du même ordre que dans l'estuaire de la Seine mais nettement inférieurs à ceux de la Gironde.

FIGURE L1 C1-1





Aux Ponts-de-Cé, la Loire a déjà drainé une surface de 85 000 km<sup>2</sup>, soit environ les <sup>3</sup>/<sub>4</sub> de son bassin versant. Plus en aval, elle reçoit les eaux de très nombreux affluents représentant une surface cumulée de 33 000 km<sup>2</sup> dont les <sup>2</sup>/<sub>3</sub> pour la Maine.

**L'indicateur porte sur l'analyse de la structure dans l'espace et dans le temps des différents apports des cours d'eau, depuis l'année hydrologique 1995-96, avec en référence générale les mesures effectuées depuis 1980.**

Un examen de la chronique des débits moyens mensuels depuis cette date à Montjean, station de mesure située à 112 km de Saint-Nazaire, qui intègre les apports de 93 % de la surface du bassin versant de la Loire, complète l'analyse.

L'année hydrologique est définie par la CMB comme l'ensemble du "cycle" des écoulements. Pour intégrer la totalité de la période des basses eaux (étiage), elle commence le 1<sup>er</sup> octobre de l'année légale et se termine au 30 septembre suivant.

## Interprétation

### Moins de Loire, plus de Maine

Sur les six dernières années, l'année 1996-97 est la plus "sèche" avec des apports en eau douce compris entre 18 et 19 milliards de m<sup>3</sup>. Depuis, les apports d'eau douce ne cessent d'augmenter. A l'exception de 1982-83, l'année 2000-01 est

la plus excédentaire avec un total dépassant 45 milliards de m<sup>3</sup>, total d'ailleurs sous-évalué puisque les apports de nombreux affluents ne sont pas comptabilisés.

TABLEAU L1 C1-1

#### Quantité par affluent et par année

Année hydrologique	1995-96	1996-97	1997-98	1998-99	1999-00	2000-01
<b>Affluents</b>						
La Loire	16 973	14 948	17 586	19 920	22 256	31 201
La Maine	2 645	2 402	3 135	5 500	6 429	11 159
L'Aubance	13	13	18	19	38	58
Le Layon	67	93	136	121	318	384
La Romme	Non renseigné					
L'Evre	40	77	134	163	259	373
La Motte	Non renseigné					
Le Donneau	26	31	38		Abandonné	
La Divatte	13	19	28		Abandonné	
La Goulaine	Non renseigné					
L'Erdre	114	104	235	213	303	516
La Sèvre nantaise	317	428	745	856	1 165	1 561
L'Acheneau	Non renseigné					
Le Brivet	Non renseigné					
<b>Total en millions de m<sup>3</sup></b>	<b>20 206</b>	<b>18 115</b>	<b>22 055</b>	<b>26 791</b>	<b>30 767</b>	<b>45 252</b>

Sources : Banque Hydro/CMB

Tous les cours d'eau participent à cette augmentation. Toutefois, il apparaît que, de manière relative, la part des cours d'eau affluent en aval des Ponts-de-Cé gagne constamment en importance. Sur cette période, la contribution de la Loire aux apports totaux baisse de 84 à 69 % tandis que le total des apports comptabilisés des affluents est doublé.

Le cas de la Maine est particulier. Elle apporte les <sup>3</sup>/<sub>4</sub> environ des quantités des affluents en aval des Ponts-de-Cé. Pluviométrie et géologie se combinent en des conjonctions infinies.

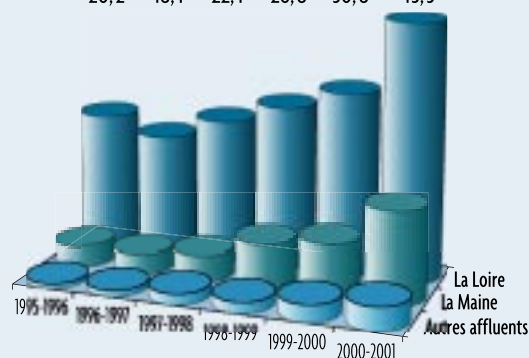
Le fonctionnement hydrologique des autres affluents dénote l'importance du substrat géologique. Coulant sur des roches imperméables, ils réagissent immédiatement aux moindres précipitations. Souvent taris pendant la belle

GRAPHIQUE L1 C1-1

#### Évolution des apports sur 6 ans

Apports totaux (Milliards de m<sup>3</sup>)

20,2 18,1 22,1 26,8 30,8 45,3



Sources : Banque Hydro/CMB

saison, leur débit d'hiver peut s'accroître rapidement. Ce type de fonctionnement est proche de celui des oueds méditerranéens.

## Instabilité hivernale et stabilité estivale

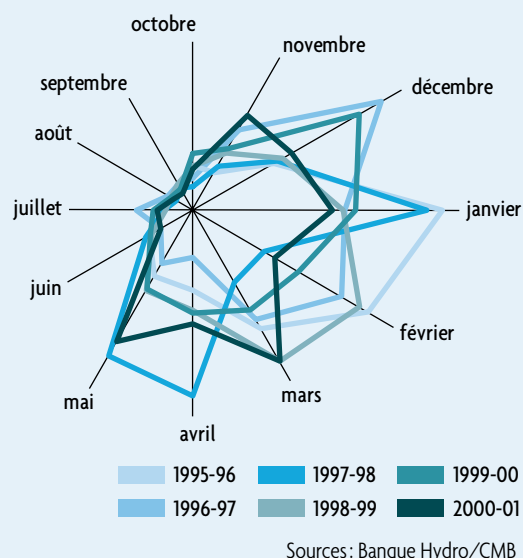
Le mois le plus productif est janvier avec 17 %, le moins productif, août avec un peu plus de 2 %. Année par année, la distribution des contributions mensuelles relatives montre deux types de disparité :

- le premier concerne la part d'un mois donné dans l'année, par exemple le mois d'avril : en 1997, il représente 4,5 % des apports mais presque 18 % l'année suivante. Les mois de printemps sont l'objet des plus grandes variations alors que les mois d'été demeurent stables ;
- le deuxième concerne la position dans l'année des contributions extrêmes. Les mois pendant lesquels les apports sont les plus importants, les plus "humides", sont décembre, janvier et mars selon les années. Les mois "secs" sont toujours en fin d'été : août en début de séquence et septembre entre 1999 et 2001.

**Le régime hydrologique de la Loire – et les modalités d'apports des eaux douces dans l'estuaire – demeurent classiques malgré ces disparités interannuelles.** Cependant, l'évolution

GRAPHIQUE L1 C1-2

Variabilité des débits moyens mensuels, depuis 1995



“chaotique” des débits de printemps n'est pas sans conséquences sur le fonctionnement écologique du fleuve, notamment pour la mise en eau des annexes dont les frayères à poisson.

## Informations complémentaires

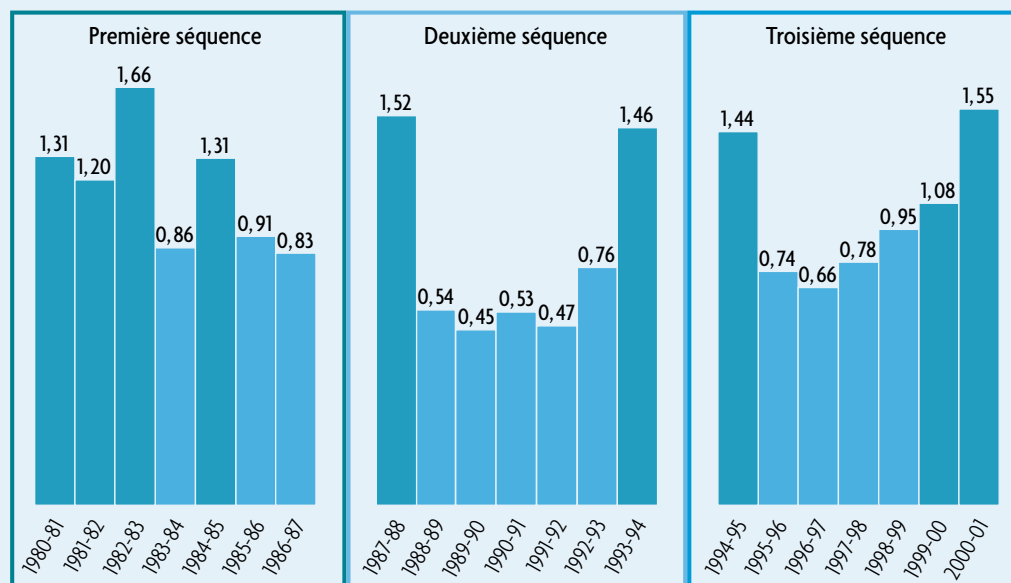
### Une évolution imprévisible

Sur les 21 dernières années, le module (moyenne des moyennes annuelles) à Montjean est de 898 m<sup>3</sup>/s soit 50 m<sup>3</sup>/s environ de plus qu'au cours des 6 dernières années et sur le très long terme (1843-2001).

La chronique présente 3 séquences d'une durée de 7 ans. L'homothétie des 2 dernières séquences est remarquable : 5 années déficitaires encadrées de 2 années fortement excédentaires.

GRAPHIQUE L1 C1-3

Hydraulicité annuelle à Montjean depuis 1980



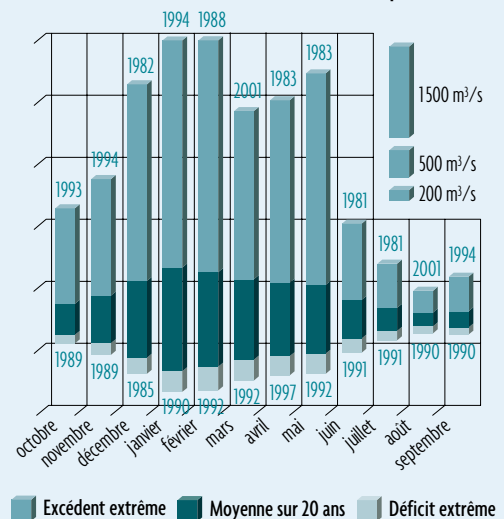
Sources : Banque Hydro/CMB

Les trois années octobre 1989 – septembre 1992 concentrent à elles seules 10 des extrêmes de déficit mensuel tandis qu'au cours des deux années suivantes, 4 records d'excédent mensuel sont enregistrés.

La forte hydraulicité (moyenne de l'année/module) de la Loire à Montjean de l'année 2000-01 dont tous les mois sauf juin apportent beaucoup plus d'eau douce qu'en année moyenne depuis 1980, marque-t-elle la fin d'une évolution cyclique renouvelée à l'avenir, ou inaugure-t-elle une période de fort aléa hydrologique, où année d'abondance et année de disette alterneront ?

## GRAPHIQUE L1 C1-4

Années des débits extrêmes de chaque mois



Sources : Banque Hydro/CMB

### Sources & Méthodes

Les données, mensuelles et annuelles, proviennent exclusivement de la Banque Hydro du réseau national de données sur l'eau qui rassemble les enregistrements des débits de la Loire et de ses principaux affluents.

Pour les affluents de la Loire, les stations de mesure n'étant pas situées à la confluence, les débits ont été évalués en effectuant une correction proportionnelle à la surface de bassin versant non prise en compte. Pour le Brivet et l'Acheneau,

les stations de mesure sont trop éloignées de la Loire pour être retenues.

Par défaut de mesure aux Ponts-de-Cé, ce sont les débits à Saumur qui sont retenus, la Loire n'ayant aucun affluent d'importance entre ces deux stations.

Deux stations de mesure ont été abandonnées en 1998 : Mésanger sur le Donneau et Landemont sur la Divatte.

### Des références

Un bulletin de situation hydrologique "Edit'Eau Loire Bretagne" est disponible sur le site Internet du Réseau National de Données sur l'Eau (RNDE). Adresse : [www.rnde.tm.fr](http://www.rnde.tm.fr). Mis à jour environ tous les deux mois, ce bulletin rassemble les informations fournies par la DIREN de bassin, Météo France, le Conseil Supérieur de la Pêche, Electricité de France et le Centre de gestion des crues et des étiages.

Les documents d'analyse sur l'hydrologie de la Loire, sur son trajet armoricain, sont rares. Un article d'exposé général y est consacré. Il s'agit

de "De Tours à Nantes, la Loire océanique, fleuve et flux" par Schulé C.A. paru dans les Cahiers Nantais, n°39 de janvier 1993.

La CMB Loire Estuaire, dans ses lettres n°2 et n°4, a consacré deux dossiers à des aspects de l'hydrologie ligérienne : "Les bassins versants" des Ponts-de-Cé à la mer et "Une année hydrologique atypique".

