



Les mouvements

Les eaux fluviales

Profondeur d'eau disponible en amont de Nantes

Profondeur d'eau disponible en amont de Nantes

Résumé

La présence de hauts fonds limite les possibilités de navigation en fonction du tirant d'eau des bateaux. Ces hauts fonds sont soit durs et immobiles, soit meubles et mobiles.

Les hauts fonds durs, roches, pierres ou jalle, n'interviennent que rarement dans la limitation directe des profondeurs. Par contre, ils créent des seuils réglant la pente du fond. Les hauts fonds meubles sont constitués de sédiments que la puissance érosive des écoulements remanie perpétuellement. Plus que les forts débits, les tourbillons et les remous impriment aux sables leur marche vers l'aval.

L'année hydrologique 2001-2002 se caractérise avant tout, par rapport aux années antérieures et pour l'ensemble du parcours de Nantes à Bouchemaine, par l'extrême variabilité des profondeurs disponibles (mouillages). Les secteurs où la navigation est la plus contrainte se trouvent en position médiane, de Oudon à Saint-Florent-le-Vieil, et amont, de Chalonnnes à La Pointe.

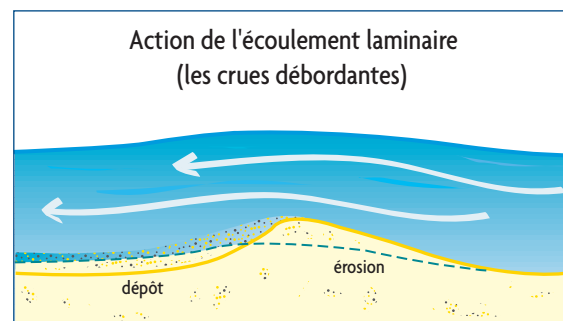
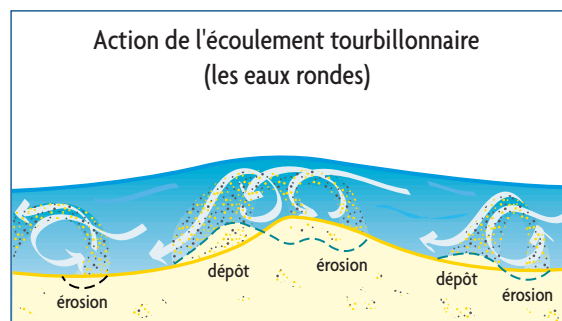


Objectif définition

La profondeur utile pour la navigation sur un cours d'eau correspond à la distance qui sépare la surface de l'eau du point le plus haut du fond du chenal ou **haut fond**.

Dans une rivière « à fond mobile » comme la Loire, cette profondeur varie en fonction de la hau-

teur d'eau et de la capacité d'érosion de l'écoulement, accéléré le long des rives concaves et ralenti aux inflexions. Ainsi alternent encore aujourd'hui des fosses, **les mouilles**, séparées par des hauts fonds, **les maigres**, suivant une succession qu'a respectée l'aménagement du chenal navigable.



Le modelage du lit dépend du régime du fleuve. **Les débits de pleins bords**, compris entre 2500 et 3000 m³/s, chamboulent le fond du lit tandis que **les débits débordants** le lissent.

Le fond de la Loire n'est pas seulement sableux. La présence de points durs, difficilement érodables et dont l'altitude est invariable, induit des limitations de profondeurs directement liées à la hauteur d'eau. Ce sont soit des roches ou bancs de jalle (argile indurée), soit d'anciens ouvrages (duits, radiers de ponts).

L'état du chenal de navigation est suivi par le Service Maritime et de Navigation dès que le niveau de l'eau approche de la cote 0 à l'échelle de Montjean, réputée correspondre à une pro-

fondeur disponible de 2 m. Alors sont déclenchées les campagnes de sondages couvrant l'ensemble du chenal entre Bouchemaine et Nantes. Les résultats sont publiés toutes les semaines dans *Le Bulletin de navigabilité du fleuve Loire*.

L'objectif de cet indicateur est de contribuer à la connaissance de l'évolution du lit immergé de la Loire, et de rendre compte des modifications concomitantes des conditions de navigation. Ce suivi apparaît d'autant plus indispensable que le dispositif de relèvement de la ligne d'eau d'étiage en amont de Nantes se met en place et que les données techniques permettant d'en apprécier les conséquences sur la morphologie fluviale sont peu nombreuses.

L'indicateur se compose de :

1) sur l'ensemble du parcours Nantes - Bouchemaine : le nombre de jours et leur répartition dans l'année hydrologique, pendant lesquels les profondeurs sont supérieures à 2 m, et inférieures à 2 m, à 1,50 m et 1 m ; et la profondeur minimale instantanée de l'année.

2) par bief : l'identification des secteurs les plus contraignants, la nature et la répartition des hauts fonds.

Un complément d'information est donné sur l'état actuel de la navigation et les dernières tentatives d'exploitation commerciale de la voie d'eau.



Interprétation

De Nantes à Bouchemaine : 2001-2002, année paradoxale

Depuis l'année hydrologique 1996-1997, la tendance à une augmentation des profondeurs disponibles, donc à l'amélioration des conditions de navigation, était très nette, corrélativement à l'augmentation constante de l'hydraulicité de la Loire. L'année 2001-2002, sans grande crue ni étiage prononcé, est en rupture avec les évolutions antérieures.

La longue période de profondeur supérieure à 2 m, continue et centrée sur les hautes eaux d'hiver, se trouve réduite en 2001-2002 à 111 jours répartis en trois séquences dont la plus longue excède à peine 2 mois.

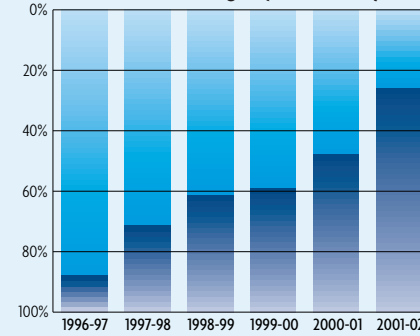
A l'inverse, la durée annuelle où la profondeur est inférieure à 2 m est de loin, avec 8 mois et demi, la plus longue constatée ces dernières années, du fait du maintien exceptionnel de la profondeur entre 1 et 2 m pendant plus de la moitié de l'année.

Concernant la navigation, les contraintes ont été beaucoup plus fortes en 2001-2002 que pendant

les années antérieures pour les bateaux tirant 1,50 m et plus qui n'ont pu effectuer la totalité du parcours que pendant 4 mois.

GRAPHIQUE L1 C3-2

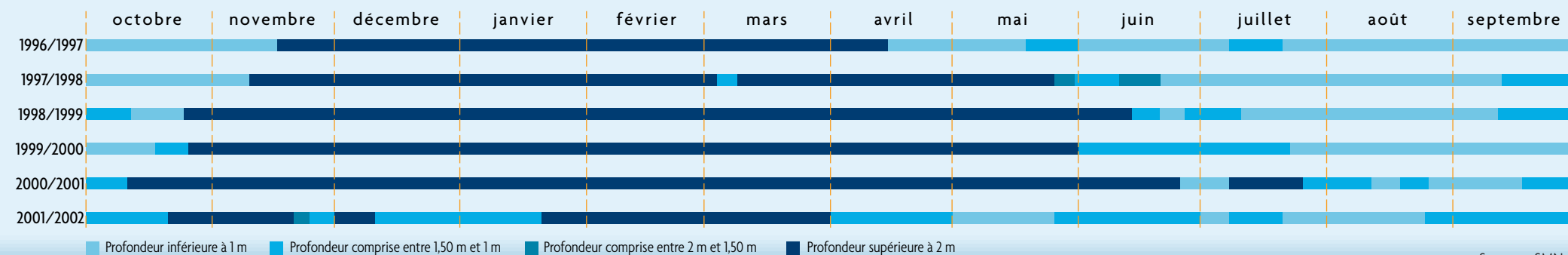
Part des profondeurs inférieures à 1 m dans les sondages (1996-2002)



Sources : SMN/CMB

GRAPHIQUE L1 C3-1

Répartition des profondeurs (1996-2002)



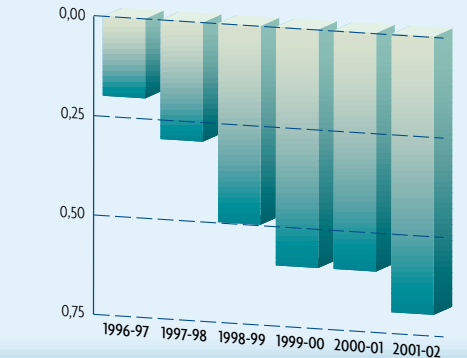
Sources : SMN/CMB

Par contre, deux critères inscrivent l'année 2001-2002 dans la tendance depuis six ans :

- la proportion des profondeurs inférieures à 1 m dans les sondages, diminuant de 9 à 2.5 jours sur 10.
- la profondeur minimale instantanée en constante augmentation depuis 6 ans ; elle indique le plus grand tirant d'eau utilisable sans contrainte tous les jours de l'année. Le haut fond « extrême » correspondant ne dure que quelques jours.

GRAPHIQUE L1 C3-3

Profondeur minimale instantanée de l'année (1996-2002)



Sources : SMN/CMB

Par bief : le médian et l'amont

Tous les biefs ne sont pas impliqués au même degré dans la limitation des profondeurs, l'échelle locale intervenant dans le nombre et la répartition des hauts fonds.

Le bief 13, entre Saint-Florent-le-Vieil et Ingrandes, est remarquable depuis trois ans

puisque aucun haut fond n'y limite le mouillage. Hormis cette exception, tous les biefs participent aux limitations de navigabilité entre 1 et 2 m ; trois secteurs se distinguent : l'amont immédiat de Nantes, d'Oudon à Saint-Florent-le-Vieil, et de Chalonnès à La Pointe.

TABLEAU L1 C3-1

Accessibilité des différents biefs en nombre de jours en 2001-2002

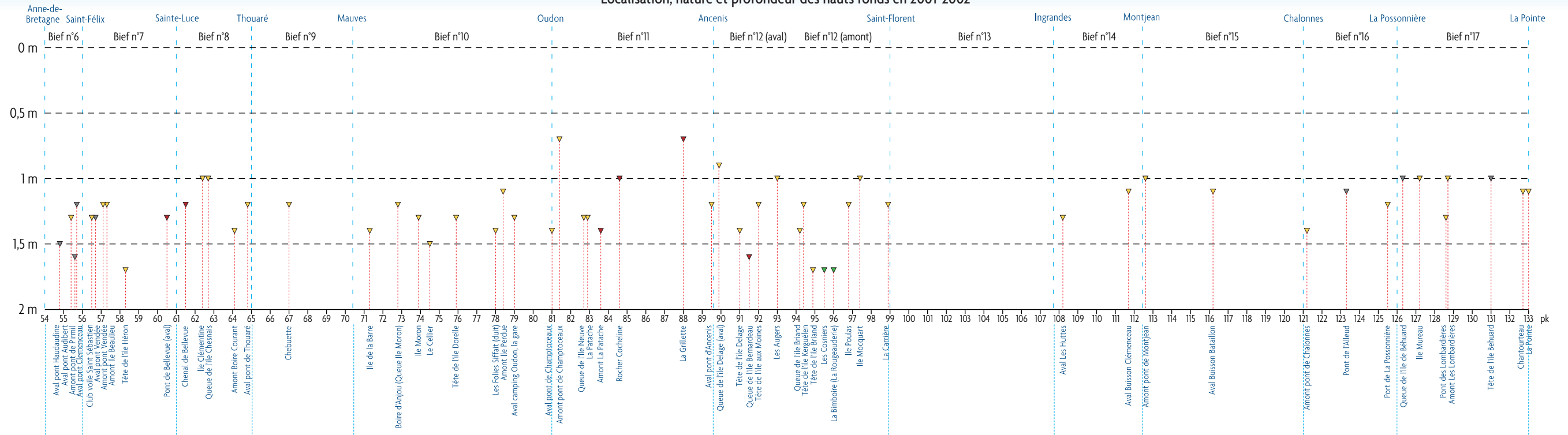
Bief	n° 6	n° 7	n° 8	n° 9	n° 10	n° 11	n° 12	n° 13	n° 14	n° 15	n° 16	n° 17
supérieure à 2 m	267	167	211	224	255	173	197	365	178	171	174	136
inférieure à 2 m	98	198	154	141	110	192	168	0	187	194	191	229
inférieure à 1,50 m	86	154	102	91	90	185	94	0	80	104	174	160
inférieure à 1 m	0	0	0	0	0	60	15	0	7	0	0	28

Sources : SMN/CMB

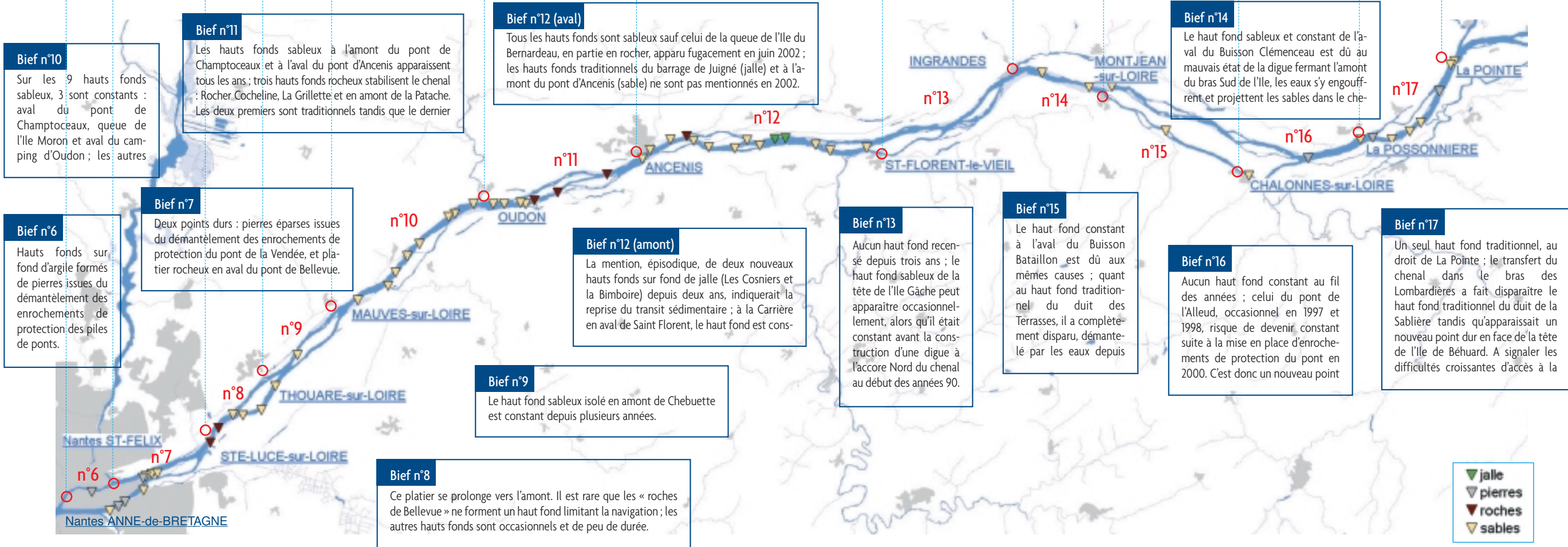
Si le mouillage limité à 1 m se retrouve dans 4 biefs, tous situés en amont d'Oudon, ce sont les biefs n° 11 et n° 17 qui impriment le plus de contrainte dans la durée, respectivement 2 et 1 mois, le bief n° 11 à l'aval d'Ancenis se signalant de plus, par le mouillage minimal instantané de l'année (0,70 m).



Localisation, nature et profondeur des hauts fonds en 2001-2002



Évolution récente des hauts fonds



Bief n°10
 Sur les 9 hauts fonds sableux, 3 sont constants : aval du pont de Champtoceaux, queue de l'île Moron et aval du camping d'Oudon ; les autres

Bief n°11
 Les hauts fonds sableux à l'amont du pont de Champtoceaux et à l'aval du pont d'Ancenis apparaissent tous les ans ; trois hauts fonds rocheux stabilisent le chenal : Rocher Cocheline, La Grillette et en amont de la Patache. Les deux premiers sont traditionnels tandis que le dernier

Bief n°12 (aval)
 Tous les hauts fonds sont sableux sauf celui de la queue de l'île du Bernardeau, en partie en rocher, apparu fugacement en juin 2002 ; les hauts fonds traditionnels du barrage de Juigné (jalle) et à l'amont du pont d'Ancenis (sable) ne sont pas mentionnés en 2002.

Bief n°14
 Le haut fond sableux et constant de l'aval du Buisson Clémenceau est dû au mauvais état de la digue fermant l'amont du bras Sud de l'île, les eaux s'y engouffrent et projettent les sables dans le che-

Bief n°6
 Hauts fonds sur fond d'argile formés de pierres issues du démantèlement des enrochements de protection des piles de ponts.

Bief n°7
 Deux points durs : pierres éparses issues du démantèlement des enrochements de protection du pont de la Vendée, et platier rocheux en aval du pont de Bellevue.

Bief n°12 (amont)
 La mention, épisodique, de deux nouveaux hauts fonds sur fond de jalle (Les Cosniers et la Bimboire) depuis deux ans, indiquerait la reprise du transit sédimentaire ; à la Carrière en aval de Saint Florent, le haut fond est cons-

Bief n°13
 Aucun haut fond recensé depuis trois ans ; le haut fond sableux de la tête de l'île Gâche peut apparaître occasionnellement, alors qu'il était constant avant la construction d'une digue à l'accro Nord du chenal au début des années 90.

Bief n°15
 Le haut fond constant à l'aval du Buisson Bataillon est dû aux mêmes causes ; quant au haut fond traditionnel du duit des Terrasses, il a complètement disparu, démantelé par les eaux depuis

Bief n°17
 Un seul haut fond traditionnel, au droit de La Pointe ; le transfert du chenal dans le bras des Lombardières a fait disparaître le haut fond traditionnel du duit de la Sablière tandis qu'apparaissait un nouveau point dur en face de la tête de l'île de Béhuard. A signaler les difficultés croissantes d'accès à la

Bief n°9
 Le haut fond sableux isolé en amont de Chebuette est constant depuis plusieurs années.

Bief n°8
 Ce platier se prolonge vers l'amont. Il est rare que les « roches de Bellevue » ne forment un haut fond limitant la navigation ; les autres hauts fonds sont occasionnels et de peu de durée.

Le nombre de hauts fonds recensés en 2001-2002 est très supérieur à celui des années antérieures, bien que les eaux se soient toujours maintenues au-dessus de -1,83 m à l'échelle de Montjean (185 m³/s). Sur 59 hauts fonds, seuls 3 ont une profondeur inférieure à 1 m.

Deux secteurs, là encore, apparaissent comme particulièrement encombrés : de Thouaré à Saint-Florent-le-Vieil, et de La Possonnière à La Pointe, secteurs comprenant les biefs les plus contraignants. Il semblerait donc que plus les hauts fonds sont nombreux et rapprochés, plus ils sont élevés.

TABLEAU L1 C3 - 2

Nombre de hauts fonds par bief par année

Bief	n° 6	n° 7	n° 8	n° 9	n° 10	n° 11	n° 12	n° 13	n° 14	n° 15	n° 16	n° 17	Total	Cote minimale à Montjean (m)
Longueur	2 km	5 km	4 km	5,4 km	10,6 km	8,6 km	9,8 km	8,3 km	4,7 km	8,6 km	5 km	7 km	79 km	
1996-97	4	3	3	3	8	4	6	0	3	1	1	6	42	-2,05
1997-98	4	4	3	3	9	4	13	1	3	1	1	5	51	-2,31
1998-99	4	4	3	2	4	4	12	1	2	1	0	4	41	-2,05
1999-00	3	3	2	2	4	5	5	0	1	1	1	5	32	-1,67
2000-01	1	5	2	1	4	5	7	0	1	1	2	5	34	-1,33
2001-02	4	6	5	1	9	7	13	0	2	2	3	7	59	-1,83

Nota : les biefs n° 6 et 7 comportent en totalité ou en partie 2 chenaux, un au Nord et l'autre au Sud

Sources : SMN/CMB

Informations complémentaires

Le glas de la navigation commerciale

Le **trafic commercial régulier sur la totalité du parcours** s'est éteint en décembre 1991 avec le dernier voyage de la péniche automotrice Le Glorex. Depuis, un **trafic saisonnier hivernal**, eut lieu en 1996 : à l'aide d'une barge poussée par le *Val d'Anjou*, 120 000 tonnes de

sable destiné aux maraîchers furent livrées aux dépôts de Saint-Florent-le-Vieil et de Bouchemaine. Cette expérience ne fut pas renouvelée et la volonté de rétablissement d'un trafic pétrolier avec le *Pascal* fut définitivement abandonnée.

TABLEAU L1 C3 - 3

Caractéristiques des derniers bateaux commerciaux

Époque	Nom	Type	Longueur (m)	Largeur (m)	Port (t)	Tirant d'eau (m)
déc. 1991	Glorex	péniche pétrolière	71	9,8	1300	2,5
	Pascal	péniche pétrolière	61	8,5	790	2,5
hiver 1995-96	Val d'Anjou en convoi	pousseur	30	10	-	1,5
		barge	66	8	1000	3,5
actuelle	Saint Germain	navire sablier	74	12	1350	3,8

Sources : Compagnies de navigation

Actuellement, le trafic commercial régulier est limité à l'amont immédiat de Nantes. Le navire *Saint Germain* livre du sable marin aux stations de refoulement de l'Île Clémentine à Sainte-Luce ou de l'Officière en Saint-Julien-de-Concelles ; il ne passe les roches de Bellevue qu'à la faveur de la marée.

Quant à la **navigation locale**, soit touristique (*la Ligériade II, la Luce, La Montjeannaise ...*), soit de pêche professionnelle, elle est toujours pratiquée avec des bateaux dont le tirant d'eau est nettement inférieur au mètre.

Le principe du maintien d'une navigation touristique de Nantes à Angers a été inscrit au

Plan Loire Grandeur Nature de janvier 1994, et réaffirmé en juillet 1999, conditionné toutefois à l'objectif prioritaire de relèvement de la ligne d'eau d'étiage. Cependant la question de la navigabilité est pendante. Bien que cette partie de Loire demeure inscrite à la Nomenclature des Voies Navigables en classe 3 (navigation de bateaux de 1500 tonnes et 3 m de tirant d'eau), un protocole passé début 1997 entre l'Etat et Voies Navigables de France, gestionnaire de la voie d'eau, affiche clairement que **la navigation doit s'adapter au fleuve et à son hydraulité ... les bateaux s'adaptant aux nouvelles conditions de tirant d'eau.**

Sources & Méthodes

La source des données est unique : Le Bulletin de navigabilité du fleuve Loire, publié toutes les semaines par le Service Maritime et de Navigation pendant la ou les périodes de l'année où la hauteur d'eau avoisine et demeure inférieure au 0 de l'échelle de Montjean. Le bulletin expose les résultats des sondages du chenal effectués en deux tronçons : la Loire fluviale de La Pointe à Anetz (tête de l'île Briand), et le bief fluviomaritime de Anetz à Nantes où les profondeurs sont constatées à basse mer.

Pour tout point dont la profondeur est inférieure à 2 m, sont mentionnées :

- sa localisation repérée sur des échelles différentes de points kilométriques (pk), suivant que le haut fond est en rive droite ou en rive gauche ;

- sa position par rapport à des points remarquables : ouvrages, villages ;
- sa profondeur, la largeur du chenal et l'état des courbures ;
- la hauteur d'eau lue aux échelles les plus proches.

La méthode pour le suivi de l'indicateur consiste d'abord à rapporter la localisation des hauts fonds sur un repère commun : l'échelle des pk dont l'origine est Saint-Nazaire, puis à classer les profondeurs constatées en 3 classes : de 2 à 1,50 m, de 1,50 à 1 m et moins de 1 m.

Les durées sont calculées en considérant que la date de sondage est centrée par rapport à la durée de la profondeur enregistrée, puis restituées en prenant pour référence l'année hydrologique (1^{er} octobre - 30 septembre).

Des références

Les études de l'évolution morphologique du lit de la Loire entre Nantes et la Maine sont peu nombreuses. La dernière est la thèse de P. Charrier «La vallée de la Loire des Ponts-de-Cé à Bellevue - évolutions et sensibilités» soutenue en octobre 1997. Dans le cadre du suivi général du lit de la Loire, l'Equipe Pluridisciplinaire du Programme Interrégional Loire Grandeur Nature a procédé

au cours de l'étiage 2000 à un repérage des points durs sur l'ensemble du cours de la Loire.

Un programme de développement du tourisme fluvial a été élaboré à la demande de Voies Navigables de France par Act-Ouest, en mars 1999 «Valorisation et aménagement de la Loire de Bouchemaine à Nantes dans un objectif touristique et de loisirs».